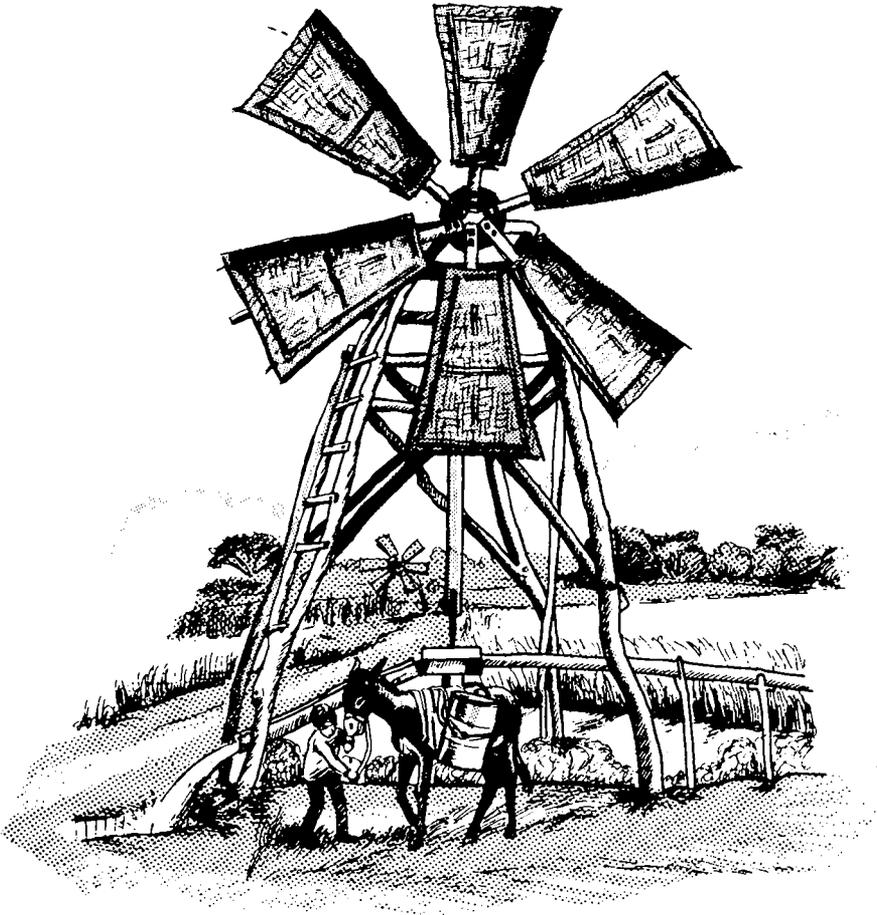


230  
82TE

# Tecnologías Apropriadas para Elevación de Agua en Areas Rurales



Memoria de un Seminario realizado en Lima y Lunahuaná, Perú

31 de Mayo al 5 de Junio de 1982



KD 5330

230-82TE-

Portada: Escena real de los Molinos de Viento de Miramar, Perú. En esa zona norte del país existen más de 1,100 molinos que han sido construidos y están siendo utilizados por los propios campesinos. (Véase el resumen en la página 27).

# Tecnologías Apropriadas para Elevación de Agua en Areas Rurales

Memoria de un Seminario realizado en Lima y Lunahuaná, Perú

LIBRARY, INTERNATIONAL REFERENCE  
CENTRE FOR COMMUNITY WATER SUPPLY  
AND SANITATION (IRC)  
P.O. Box 358, 2309 AD The Hague  
Tel. (070) 814511 ext. 141/142

RN: 05330  
LO: 230 82TE

**Carl R. Bartone, Editor**

ICD 5330

For more information  
contact the Centre  
for Community Water Supply



O P S / O M S

DIVISION DE PROTECCION DE LA SALUD AMBIENTAL

CENTRO PANAMERICANO DE  
INGENIERIA SANITARIA Y  
CIENCIAS DEL AMBIENTE



THE OXFORD COMMITTEE FOR  
FAMINE RELIEF

Contenido

	<u>Página</u>
Reconocimiento .....	ii
Lista de siglas de instituciones .....	iii
1. Introducción .....	1
2. Resúmenes de los temas principales .....	4
2.1 Sesión introductoria .....	4
2.2 Diagnóstico del uso de T.A. en el Perú: Experiencias y Potenciales .....	7
2.3 Energía solar para el bombeo de agua .....	8
2.4 Bombas de mano .....	10
2.5 Bombas hidráulicas .....	17
2.6 Mejoramiento de la calidad de agua .....	25
2.7 Molinos de viento .....	27
2.8 Biogás y su utilización en motores de combustión interna .....	32
2.9 Discusiones del grupo: Incorporación de tecnolo- gías apropiadas en proyectos de desarrollo rural	34
2.10 Discusiones del grupo: La dimensión sociocultural en proyectos de agua y saneamiento rural .....	38
2.11 Mesa redonda: Aspectos socioculturales, económicos, técnicos y operacionales a considerarse en la transferencia de tecnología .....	41
3. Lista de participantes .....	47
4. Lista de documentos distribuidos en el Seminario .....	53
5. Bibliografía general .....	54

## RECONOCIMIENTO

Este Seminario fue un verdadero éxito en el aspecto de cooperación internacional. Cuando CEPIS y OXFAM decidieron realizar el Seminario, se tomó contacto con numerosas agencias multi y bilaterales y centros de investigación y desarrollo de tecnología apropiada, invitándoles a participar y aportar al evento. La respuesta fue muy grata. Casi todos acordaron colaborar y lo hicieron con celeridad y entusiasmo impresionantes.

En total cinco agencias internacionales contribuyeron con 44 becas para participantes de instituciones nacionales y locales de desarrollo rural de 9 países latinoamericanos. Además de OXFAM y la OPS; UNICEF, AID y la Cooperación Técnica Suiza otorgaron becas. Otras cinco agencias mandaron sus propios representantes para participar en el Seminario, incluyendo CARE, CIID, CIR, GATE y NAS.

Varios grupos de tecnología apropiada contribuyeron con riqueza de información y documentación técnica, reforzando así la colección especializada de la Biblioteca del CEPIS y su base regional de datos documentarios: REPINDEX. Entre ellos deben mencionarse al Cuerpo de Paz, CIID, VITA y el ITDG.

Otros aportaron equipos de tecnología apropiada para demostración durante el Seminario, incluyendo el ITDG, AID, OPS, CIID, UNICEF, el doctor Barry Lloyd de la Universidad de Surrey, y varios de los mismos participantes.

Merece destacar el apoyo dado por dos instituciones peruanas al Seminario. El grupo NCTL realizó, con el auspicio de OXFAM, un estudio básico del uso actual de tecnologías simples en el país para la elevación de agua en áreas rurales, y sus tendencias y perspectivas. Por otro lado, el ITINTEC generosamente dio todo el apoyo logístico para la instalación y demostración de los equipos de tecnología apropiada, tanto en Lima como en Lunahuaná, Villa y Lurín.

La presente memoria ha sido editada por el Dr. Carl Bartone, Coordinador de la Unidad de Desarrollo de Tecnología del CEPIS, quien contó con el valioso apoyo de la Ing. Rosario Castro y la Srta. Rosana Battifora. El mecanografiado estuvo a cargo de la Sra. Lupita de Tello, y los dibujos a cargo del Sr. Carlos Espinoza.

Finalmente, habría que reconocer que si el Seminario hubiese tenido éxito sería precisamente debido a los mismos participantes quienes compartieron su gran experiencia y dedicación al tema con un entusiasmo contagioso. Manifestación de ello fueron las charlas no programadas y discusiones técnicas que siguieron a las sesiones formales en Lunahuaná, continuándose a veces hasta la madrugada.

LISTA DE SIGLAS DE INSTITUCIONES

AID	Agency for International Development, E.U.A.
BIRF/PNUD	Banco Mundial/Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
CARE	Cooperative for American Relief Everywhere, E.U.A.
CERIS	Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente
CIID	Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, Canadá
CIR	Centro Internacional de Referencia en Abastecimiento Público de Agua y Saneamiento, Holanda
CIPCA	Centro de Investigación y Promoción del Campesinado, Perú
DISAR	Dirección de Saneamiento Rural, Ministerio de Salud, Perú
GATE	German Appropriate Technology Exchange, Alemania
HPE	Programa de Salud Ambiental, OPS
ITDG	Intermediate Technology Development Groups, Inglaterra
ITINTEC	Instituto de Investigación Tecnológica, Industrial y de Normas Técnicas, Lima, Perú
NAS	National Academy of Sciences, E.U.A.
NCTL	Grupo Naturaleza, Ciencia y Tecnología Local para el Servicio Social, Lima, Perú
OPS	Organización Panamericana de la Salud.
OXFAM	Oxford Committee for Famine Relief, Inglaterra
UNICEF	United Nations Children's Fund
VITA	Volunteers in Technical Assistance, E.U.A.

## 1. INTRODUCCION

Entre los compromisos contraídos para el Decenio Internacional sobre Agua Potable y Saneamiento, los países de Latinoamérica y el Caribe se proponen como meta que en 1990 los 147 millones de personas que viven en zonas rurales puedan disponer de fácil acceso a una fuente segura de agua potable<sup>(1)</sup>. El Consejo Directivo de la OPS, consciente de la magnitud de los compromisos del Decenio, ha encarecido a los países un número de acciones incluyendo lo siguiente:

"...que adopten tecnologías apropiadas, compatibles con las condiciones sociales, culturales y económicas de cada país, y que estudien la posibilidad de promover la fabricación local de suministros y equipo para las instalaciones de abastecimiento de agua y saneamiento;"<sup>(2)</sup>

El uso de tecnología apropiada de bajo costo, técnicamente satisfactoria, social y culturalmente aceptable, es sin duda una herramienta muy eficaz para impulsar el desarrollo y mejorar las condiciones de vida de las áreas rurales, incluyendo las de salud.

Dentro de este marco OXFAM y CEPIS acordaron coauspiciar un Seminario sobre un componente específico de la problemática de tecnología apropiada y agua rural - el del bombeo de agua.

### 1.1 Objetivo del Seminario

El objetivo del Seminario fue demostrar la aplicabilidad de tecnologías de bajo costo para el bombeo de agua en el medio rural y promover su uso en proyectos de desarrollo.

El Seminario fue dirigido a técnicos involucrados en el desarrollo y/o construcción de unidades simples para el bombeo de agua en el medio rural, a personas interesadas en la implementación de proyectos de agua y saneamiento y a profesionales que trabajan en la investigación y desarrollo de esta tecnología.

(1) OPS/OMS. Estrategias para la extensión y mejoramiento de los servicios de abastecimiento de agua potable y disposición de excretas para el decenio de 1980. Publicación Científica No. 390 Washington, D.C., 1979.

(2) Resolución XXII de la XXVI Reunión del Consejo Directivo de la OPS. En OPS/OMS. Actas Resumidas de la XXVI Reunión del Consejo Directivo de la OPS. Washington, D.C., 24 Set. - 5 Oct. 1979. Documento Oficial No. 170, Junio, 1980.

## 1.2 Temario del Seminario

El temario del Seminario cubrió los siguientes puntos principales:

- Aspectos socioculturales, económicos, técnicos y de calidad de agua y salud que deben considerarse al seleccionar tecnologías apropiadas a comunidades rurales.
- Diagnóstico de experiencias y potencial en el uso de tecnologías apropiadas en el Perú y otros países vecinos.
- Medios pragmáticos para la incorporación de tecnología apropiada en proyectos de desarrollo rural.
- Presentación de información sobre equipos no convencionales de bajo costo para la elevación de agua y ejemplos de su aplicación en la Región.
- Demostraciones de la instalación, operación y mantenimiento del mayor número posible de equipos de bombeo de agua.

Se trataron las diferentes clases de equipos de bombeo, divididas por la fuente principal de energía utilizada:

<u>Fuente de Energía</u>	<u>Equipos</u>
- Energía humana	- Bombas de mano (de pie, de remo, etc.)
- Energía hidráulica	- Bombas hidráulicas e hidrostáticas
- Energía de combustión	- Motores de biogás, etc.
- Energía eólica	- Molinos de viento
- Energía solar	- Bombas fotovoltaicas

## 1.3 Desarrollo del Seminario

El Seminario se realizó durante la semana del 31 de mayo al 5 de junio de 1982. Asistieron un total de 64 participantes de 13 países, 9 de ellos países latinoamericanos. Los participantes comprendían técnicos y promotores de grupos locales de desarrollo rural, funcionarios de servicios nacionales de agua y saneamiento rural, representantes de agencias multi y bilaterales de salud e investigadores de centros de desarrollo de tecnología.

Las actividades de los dos primeros días se desarrollaron en las instalaciones del CEPIS en Lima, y los días siguientes en el Hostal Embassy, ubicado en Uchupampa, Lunahuaná.

Para cada tema principal se presentó una exposición central, seguida de presentaciones de casos locales, discusiones de ventajas y desventajas de cada tecnología analizada y de sus aspectos socioculturales, económicos, técnicos, de operación y mantenimiento. También se realizaron mesas redondas, demostraciones de instalación, operación y mantenimiento de equipos, y visitas a instalaciones del ITINTEC en Lurín y Villa.

#### 1.4 Memoria del Seminario

La presente memoria incluye un resumen de las presentaciones y discusiones de cada tema principal tocado en el Seminario. Los resúmenes están organizados alrededor de temas principales, y no necesariamente corresponden a sesiones individuales, debido al hecho de que un tema pudiese haber sido tratado en más de una sesión. También, por cada tema principal se hace una breve descripción de los equipos demostrados durante el Seminario.

Además, se anexa una lista de documentos presentados durante el Seminario y una bibliografía extensa sobre el tema, junto con información sobre la manera de solicitar copias de los trabajos. Varias de las presentaciones fueron sólo en forma oral. En esos casos se ha tratado de incluirlas, con mayor detalle, en el resumen correspondiente.

No obstante que se ha tratado de reportar las opiniones generales expresadas durante el Seminario, las observaciones y puntos de vista presentados en esta memoria no necesariamente fueron compartidos en su totalidad por todos los participantes. Se pide disculpas por cualquier error de interpretación u omisión.

## 2. RESUMENES DE LOS TEMAS PRINCIPALES

### 2.1 Sesión Introductoria

Inauguración: Ing. Alberto Flórez, Director, CEPIS  
Dr. Brian Pratt, Director Regional, OXFAM

Presentación: Dr. Carl Bartone, CEPIS

#### Resumen

En una breve ceremonia inaugural los señores Pratt y Flórez dieron las palabras de bienvenida y expresaron su deseo que el Seminario condujese al intercambio de ideas entre los participantes, y que terminase en proyectos concretos de agua rural, incorporándose tecnologías para la elevación de agua basadas en esas ideas.

Se llamó la atención de los asistentes hacia el hecho de que para proveer de agua potable a toda la población rural de América Latina, de acuerdo con las metas del Decenio Internacional de Agua Potable y Saneamiento Básico, se necesitaba introducir tecnologías simples y de bajo costo. De otra manera, el Decenio podría fracasar. Se enfatizó también que el éxito del Decenio era pieza fundamental de la estrategia de Atención Primaria de la Salud para alcanzar la meta organizacional de la OPS/OMS de "Salud para Todos en el año 2000".

En seguida el Dr. Bartone habló de los objetivos del Seminario y la metodología para desarrollarlo. Los objetivos identificados fueron:

- permitir un intercambio de experiencias y conocimientos sobre diferentes opciones tecnológicas para la elevación de agua en áreas rurales;
- analizar los factores que determinarían cuál opción tecnológica sería más apropiada en una situación dada;
- llegar a un mejor entendimiento del proceso de selección entre opciones tecnológicas;
- formular mecanismos para la diseminación de tecnología apropiada y su incorporación en proyectos de desarrollo rural.

Para dar inicio al Seminario se trató de aclarar el concepto de "tecnología apropiada", ya que este término suele tener muchas interpretaciones de acuerdo con el punto de vista de la persona que lo emplea.

Por un lado algunas personas creen que tecnología apropiada es un molino de viento, o un ariete hidráulico, o una bomba de mano, etc. Pero éstas son solamente manifestaciones de diferentes soluciones técnicas que no constituyen

por sí solas tecnología apropiada. En algunos casos podrían representar soluciones adecuadas y en otros no.

Se llegó por lo tanto a la conclusión que tecnología apropiada no es tanto una solución técnica específica, sino más bien es un proceso de selección que permite a un pueblo escoger la solución técnica que mejor contribuirá a su desarrollo social y económico. Visto así tiene elementos de "hardware" y de "software", o sea es una combinación de una tecnología escogida junto con el ambiente ecológico y social en el cual tiene que funcionar.

Otra fuente de considerable confusión es la proliferación de terminología usada con relación a la tecnología apropiada. Como ejemplos, es común escuchar: tecnología intermedia, tecnología simplificada, tecnología de pequeña escala, tecnología no convencional, tecnología de bajo costo, tecnología local, tecnología tradicional, tecnología autóctona, tecnología importada, tecnología moderna, etc., etc., etc. Cada uno de estos ejemplos refleja una sola faceta de lo que puede ser la tecnología apropiada.

Para clasificar la terminología ordenadamente Jequier<sup>(3)</sup> identificó tres dimensiones de tecnología como sigue:

- tecnología de bajo costo: pone énfasis en la dimensión económica de la innovación;
- tecnología intermedia: corresponde más específicamente al campo de la ingeniería;
- tecnología apropiada: representa además la dimensión sociocultural de la innovación.

Al observar que hay que evaluar la eficiencia de cualquier opción tecnológica en cada una de estas tres dimensiones, y compararla con la eficiencia de las otras alternativas tecnológicas disponibles, sean éstas más tradicionales o más modernas, Jequier resumió el proceso de selección de tecnología apropiada con la siguiente matriz de decisión:

	Eficiencia vis a vis tecnología tradicional	Eficiencia vis a vis tecnología moderna
Eficiencia técnica		
Viabilidad económica		
Aceptación social		

(3) JEQUIER, N. Tecnología apropiada: problemas y promesas. Parte I. Los problemas de política más importantes. Cap. V. Washington, OPS, 1979, 100 p.

Según la matriz de Jequier, tecnología apropiada es aquella que tendrá respuesta positiva para cada uno de los elementos de la matriz.

### Discusión

En la breve discusión que siguió a la presentación, y también en sesiones posteriores, varios participantes reiteraron la importancia de la "operatividad" de la tecnología para que sea apropiada. Cualquier sistema de agua, por más elemental que sea, requiere acciones de operación y mantenimiento, y un sistema de administración. Lo ideal es que la comunidad rural pueda tomar a su cargo estos aspectos de "software" de la tecnología. Sin embargo, en muchos de los casos presentados por los participantes, se comentó que se precisaba de mecanismos efectivos de apoyo a la comunidad a nivel zonal o nacional en las áreas de logística, capacitación y educación sanitaria.

Un comentario resumió en forma sucinta mucho de la discusión sobre el concepto de tecnología apropiada - "una tecnología es apropiada cuando la comunidad puede apropiarse de ella."

## 2.2 Diagnóstico del Uso de Tecnología Apropriada en el Perú: Experiencias y Potenciales

Expositores:           Ing. Luis Massón, Presidente, NCTL  
                          Ing. Mauricio Pardón, NCTL  
                          Ing. Jorge Izaguirre, NCTL

### Resumen

Los expositores presentaron el informe final de una investigación realizada por NCTL para OXFAM, titulada "Diagnóstico de la situación actual del uso de energías no convencionales para elevación de aguas en el Perú."

En el diagnóstico se consideraron los Departamentos de Piura, Lima, Ica, Arequipa, Puno y Ucayali. A través de visitas al campo se estudiaron tecnologías basadas en aprovechamiento de energía eólica (molinos de viento tanto de tipo artesanal como de tipo semiindustrial en Piura, Lima, Ica, Arequipa y Puno) y de energía humana (palanca de agua en Piura, bombas de mano en Puno y bombas de sogá en Ucayali). Se presentó una descripción de cada tecnología por región, enmarcada por la descripción del medio físico, así como por sus características ecológicas y aspectos poblacionales. Los impactos favorables y desfavorables sobre los usuarios fueron analizados para cada caso, observándose que mientras una tecnología resultaba ser apropiada para algunos lugares no lo era para otros.

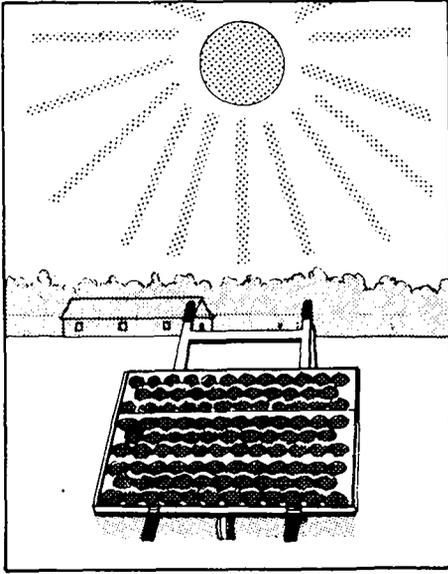
Se terminó con la identificación de criterios generales para la transferencia de tecnología, y planteamientos para la transferencia de las tecnologías investigadas a otras regiones del país.

### Discusión

A través del diagnóstico se identificaron dos factores que parecen jugar papel importante en el proceso de transferencia de tecnología.

El primer factor es el requisito de tener un "agente promotor" quien domine la tecnología y pueda transmitir sus conocimientos a los usuarios potenciales. Podría ser un agente interno como en el caso de los molinos de viento de Miramar, o uno externo como en el caso de las bombas de sogá de Ucayali. El éxito de un proyecto dependerá muchas veces de la capacidad tecnológica de este agente, su credibilidad ante la comunidad, y su habilidad para comunicarse con la gente y enseñarle.

Otro factor importante es la necesidad de desarrollar una capacidad local para el mantenimiento. Hay casos de tecnología artesanal en que los mismos usuarios se han apropiado de los principios y cuentan con los recursos materiales requeridos; por ejemplo, los molinos de Miramar o las palancas del Bajo Piura. Pero también existen casos de equipos más mecanizados que requieren de un elemento de apoyo para resolver problemas fuera del mantenimiento rutinario. Un ejemplo del último caso son los molinos de viento de Pachacútec, donde el elemento de apoyo es un técnico local y su taller. En este caso el técnico también parece cumplir el papel del agente promotor.



PANEL SOLAR

### 2.3 Energía Solar para el Bombeo de Agua

Expositor: Dr. Jack Fritz, NAS

#### Resumen

En el trabajo "Photovoltaic water pumping: a state-of-the-art review" (Sistemas de bombeo fotovoltaicos de agua: un análisis del estado del arte), el Dr. Fritz presentó una descripción del estado actual de la tecnología fotovoltaica para el bombeo de agua y una apreciación de sus costos y potencial para abastecer agua en áreas rurales de los países en desarrollo, para agua potable, usos pecuarios y riego.

La tecnología de las células solares y su integración en paneles solares está bien desarrollada, pero todavía se esperan descubrimientos que conduzcan a técnicas más económicas para su fabricación a fin que puedan competir con otras fuentes de electricidad. En 1976 el costo de energía fotovoltaica fue de EUA \$20 por vatio pico (Wp). Durante 1978-80 éste se redujo de EUA \$9 a EUA \$7/Wp, y se espera que para 1986 se reduzca de EUA \$2 a EUA \$1/Wp. (Nótese que esto es solamente el costo de energía, y no incluye costos de la bomba, pozo, etc.).

Dada esta tendencia y mientras el costo de combustibles fósiles sigue subiendo, en particular el diesel, los sistemas fotovoltaicos de bombeo aparecerán más y más atractivos. En el período 1978-82 estos sistemas han sido considerados económicos solamente bajo condiciones muy severas, tales como las que se encuentran en algunos países del Sahel. Sin embargo, cuando el costo de las células solares llegue a EUA \$2.50/Wp, el costo de agua para riego abastecida con esta tecnología para las profundidades normalmente encontradas sería menor de EUA \$0.05/m<sup>3</sup>, el cual estaría dentro de las guías establecidas por el Banco Mundial.

Finalmente se describe un proceso simplificado para el diseño de un sistema que permite especificar una combinación adecuada de paneles fotovoltaicos, motor y bomba. La selección de un motor debe basarse en el precio, confiabilidad, disponibilidad, vida de servicio y requisitos de poder. Los tres tipos de motores que son aplicables incluyen:

- a) Motores DC de imán permanente, con o sin escobillas, acoplado directamente al array fotovoltaico (de 1/4 a 3 HP);
- b) Motores DC de arrollamiento de excitación con escobillas (de 1 a 10 HP);
- c) Motores AC trifásicos, con invertidor y posiblemente batería (10 HP).

En cuanto a bombas, las centrífugas de autocebado se prestan bien para uso con fotovoltaicos. Se recomienda seleccionar la bomba más eficiente para los requisitos de caudal y cabeza. Una vez escogida la bomba y el motor se puede optimizar el diseño del panel fotovoltaico basado en las características de los primeros. También es posible utilizar bombas volumétricas, pero no es muy eficiente acoplarlas directamente a motores DC debido a su demanda cíclica de poder, y se requiere de componentes adicionales para almacenar energía y regular el voltaje y/o corriente eléctrica.

### Discusión

El tema despertó mucho interés en los participantes. Se consideró que las bombas solares sean de tipo fotovoltaico o termodinámico, aunque son de tecnología exógena y avanzada, pueden representar una solución apropiada en circunstancias especiales tales como las de zonas desérticas. También se comentó que no hay que tener miedo de la tecnología avanzada siempre y cuando tenga la confiabilidad requerida.

Sin embargo se hizo hincapié en el hecho que todavía es una tecnología emergente. Además de tener que esperar que los paneles solares lleguen a ser económicamente viables, también hay que comprobar que su vida de servicio y durabilidad en condiciones rurales cumplan con especificaciones requeridas. Además, no hay que olvidar que mientras los sistemas fotovoltaicos podrían ser muy confiables, no se evita el problema de operación y mantenimiento de los motores y bombas. Por este motivo ya están desarrollándose muchos proyectos de demostración en zonas áridas y semiáridas.

Se mencionaron varios proyectos de demostración en Latinoamérica y el Caribe, incluyendo investigaciones para ver la posibilidad de fabricar células solares en la Región. Se destacaron también proyectos integrados de energía solar que utilizan los paneles solares en puestos rurales de salud tanto para bombeo de agua subterránea como para accionar refrigeradores para la conservación de vacunas. En México se ha tenido éxito con un sistema solar termodinámico para refrigeración.

Algunos destacaron la importancia de programas intensivos de transferencia de información en áreas nuevas de tecnología tales como sistemas fotovoltaicos, transferencia de conocimientos, acortar el tiempo para realizar aplicaciones, orientar bien nuevos proyectos de demostración a fin de no dispersar esfuerzos y ayudar a los países a desarrollar buenas estrategias de incorporación de la nueva tecnología en los programas operacionales de agua rural. En este caso se mencionó como una posible estrategia la de no importar la tecnología entera sino, por ejemplo, acoplar los paneles solares con bombas nacionales.

### Demostración

El Ing. Fred Reiff de la OPS demostró un panel solar con potencia de 12 voltios. Se le conectó a un motor DC que accionaba una pequeña bomba centrífuga, y fue posible observar cómo su rendimiento variaba con la inclinación del panel solar relativo al sol y al efecto de sombras.

## 2.4 Bombas de Mano

Expositores: Ing. Fred Reiff, HPE/OPS  
Ing. E. H. Hofkes, CIR

### Resumen

En el trabajo "Planificación de programas de bombas de mano y pozos" el Ing. Reiff plantea el problema del fracaso de muchos programas de bombas de mano, las causas fundamentales de esos fracasos, y los factores que contribuyen a la complejidad de tales programas.

En seguida se enumeran siete consideraciones básicas para un programa exitoso:

1. Aspectos institucionales: es el factor que une todas las otras consideraciones básicas. Se identifican los elementos esenciales que hacen posible la realización del programa.
2. Mantenimiento continuo y reparación oportuna: requiere de piezas, lubricantes, herramientas, equipos, taller y bodega, transporte, y habilidades dentro de la comunidad y la organización.
3. Aceptación y participación de la comunidad: patrocinará un sentido de responsabilidad por medio del orgullo del resultado, la oportunidad de aprender, de tomar parte en el triunfo, e inversión de dinero y tiempo.
4. Adiestramiento: para mejorar las habilidades de los participantes y personal del programa para realizarlo, y para mantener, reparar, y operar las facilidades.
5. Aspectos técnicos: se deben evitar errores técnicos y situaciones que necesiten de cambios numerosos en los hábitos de la comunidad. La tecnología utilizada debe ser compatible con la gente. Se citan muchos ejemplos de errores técnicos y de buenos procedimientos y práctica.
6. Educación de la comunidad y del consumidor: para estimular mejor el entendimiento y participación de la gente y mejorar la cooperación entre los participantes.
7. Monitoreo y evaluación: para obtener los datos mínimos necesarios, analizarlos, y evaluar la información con el fin de alcanzar conclusiones y recomendaciones para planificación, implementación y vigilancia del programa.

Las siete consideraciones son esenciales para un programa exitoso. Cada país y cada comunidad son diferentes, por lo tanto la manera en que ellas se realicen debe ser ajustada para satisfacer las necesidades y condiciones prevalentes. Sin embargo, todas ellas deben ser realizadas de manera efectiva.

En seguida el Ing. Hofkes del CIR presentó el trabajo "Guidelines for organizing handpump maintenance programs" (Guías para organizar programas de mantenimiento para bombas de mano). El autor indicó que la falta de estrategias y sistemas bien concebidos para el mantenimiento correctivo y preventivo de bombas de mano conduce a problemas serios evidenciados por el pobre rendimiento observado de las bombas instaladas.

El principio básico de cualquier proyecto de agua que utilice bombas de mano debe ser que en la selección de la bomba se tome en cuenta los requerimientos de mantenimiento, y las habilidades, herramientas y piezas de repuesto que éste demande. Igual como el diseño técnico de una bomba debe ser de costo efectivo y acorde con las condiciones locales, el mantenimiento tiene que ser factible tanto financiera como técnicamente.

El costo financiero de mantenimiento de bombas de mano está aumentando rápidamente en los países que han asumido que el abastecimiento rural de agua es un servicio social. Por lo menos, los costos directos de mantenimiento tienen que ser pagados por los usuarios o las bombas de mano se paralizarán al mismo ritmo con que están siendo instaladas.

Hay dos enfoques convergentes que se deben seguir para resolver los problemas serios de mantenimiento:

- a) Seleccionar diseños de bombas de mano que permitan que parte de las tareas de mantenimiento puedan realizarse al nivel de la comunidad a fin de asegurar su normal mantenimiento a costos reducidos.
- b) Organizar servicios de apoyo y abastecimiento de piezas de reemplazo para respaldar al encargado local del mantenimiento, en efectuar las tareas que excedan la capacidad técnica de la comunidad.

Se presentaron guías basadas en estos enfoques de mantenimiento de bombas de mano, y ejemplos prácticos de métodos y esquemas organizacionales. Se terminó mostrando diapositivas de experiencias con estos enfoques en condiciones reales del campo en Africa y en Asia.

### Discusión

Se observó que no es estrictamente correcto hablar de planificación de un programa de bombas de mano, sino de la planificación de un programa de agua potable rural en el cual la bomba de mano podría ser una solución para ciertas poblaciones. Una vez establecidos los criterios para identificar aquellas comunidades donde la bomba de mano representa una tecnología apropiada se puede plantear el "subprograma" correspondiente.

Varios de los participantes compartieron las inquietudes de los expositores en cuanto a la manera en que se desarrollan programas de bombas de mano, y se organiza el sistema de operación y mantenimiento.

Es natural que las bombas de mano fallen - es mecánicamente imposible evitarlo - por lo tanto es necesario incluir la vida media de la bomba como un factor en la planificación de programas.

Un problema crítico que se identificó es el de la proliferación de marcas y diseños de bombas de mano utilizadas en un solo país, lo cual dificulta la operación y mantenimiento y hace imposible poder contar con un inventario adecuado de repuestos. Otro problema es que mientras las bombas son importadas, a veces por organismos internacionales a buenos precios y libres de impuestos, el costo de piezas vuelve a ser prohibitivo cuando son importados por los Ministerios de Salud y sujetos a tarifas aduaneras. De allí que la discusión se dividió en dos temas principales: aspectos de diseño y la producción nacional de bombas.

Dada la multiplicidad de diseños, aún para la bomba de mano convencional, es necesario escoger bien cuando está seleccionándose una bomba. Se citó el ejemplo de una bomba que ha dado buenos resultados durante muchos años en situaciones unifamiliares donde su uso fue poco intenso, y el fracaso que la misma bomba ha tenido en América Latina cuando se instaló en comunidades rurales en donde el uso fue casi continuo y el diseño sufrió un desgaste acelerado.

Al evaluar diferentes bombas de mano para servir diariamente a poblaciones que pueden llegar a 250 personas, hay que tomar en cuenta características de confiabilidad y durabilidad, eficiencia mecánica, costo y requerimientos de mantenimiento y reparación. La disponibilidad de información confiable sobre esas características fue identificada como una necesidad básica para la selección de un modelo de bomba de mano adecuado para un programa nacional de bombas de mano. En este sentido se tomó nota del programa de investigación y evaluación de bombas de mano que está siendo realizado por CA Testing and Research, con el auspicio de la ODA durante una primera etapa y BIRF/PNUD<sup>(4)</sup>. La investigación de laboratorio será complementada por BIRF/PNUD con pruebas de campo y desarrollo tecnológico en apoyo a fabricantes locales.

Se destacó una nueva tendencia de diseñar bombas de mano utilizando materiales plásticos como PVC, aprovechando la disponibilidad cada vez más amplia de este material para poder bajar costos, reducir el peso de la bomba y la tubería de bajada, y facilitar mantenimiento y reparación local.

Participantes de Colombia, Chile y Perú, mencionaron el uso de la sencilla bomba de inercia fabricada de PVC por el propio usuario. Tiene aplicación para elevación de agua de poca profundidad (6 m), y es muy apropiada para el riego de pequeñas parcelas.

En cuanto a la fabricación nacional de bombas de mano en cantidades industriales, el Ing. Caudill de AID/Ecuador describió las experiencias de la producción del modelo AID/Batelle a través de un programa de transferencia de tecnología coordinada por Georgia Tech (Instituto de Tecnología de Georgia). Este programa ha sido ensayado en América Latina en Costa Rica, Ecuador, Honduras, Nicaragua y la República Dominicana. Se está estudiando la factibilidad de extenderlo al Perú próximamente. Se señalaron algunas de las ventajas de este programa, o proyectos similares:

(4) CA Testing and Research. Laboratory tests on hand-operated pumps for use in developing countries. Interim Report A9940/2. Harpenden, UK. Febrero, 1982.

- es una bomba que se puede fabricar en la mayoría de los países;
- está diseñada para programas masivos nacionales (1000 bombas al año);
- puede abastecer no solamente un programa nacional, sino que el empresario local puede difundir la tecnología a otros mercados;
- previene el escape de divisas;
- provee empleo local.

Sin embargo, se indicó que no se debe subestimar los problemas prácticos de fabricación nacional. Los problemas de control de calidad en la producción son complejos y difíciles de resolver a veces, pero si no son solucionados podrían agravar el problema de mantenimiento y conducir a una falta de confianza en el programa.

Así mismo, se mencionó la experiencia en Bolivia de la bomba de mano "Ingavi", un modelo que está siendo producido localmente para satisfacer una demanda que excede de 9000 unidades. Hasta el momento se han fabricado e instalado 1300 unidades. La bomba de mano Ingavi es de bajo costo (menos de EUA \$100) y fácil de mantener, según la información proporcionada.

Finalmente, se contó una anécdota de Colombia, de un empresario que instaló su propia bomba de mano en una comunidad y vendió agua a los demás habitantes. El mismo operaba la bomba en forma continua durante el día, cambiando los empaques semanalmente, y los pasadores cada dos meses. Cuando fallaban las superficies de desgaste el dueño reemplazaba la bomba de mano íntegramente.

#### Demostraciones

Se dedicó medio día a la demostración de 10 modelos de bombas operadas por la energía humana. Los participantes tuvieron oportunidad de estudiarlas, operarlas, desarmarlas y escuchar presentaciones sobre cada una. Entre los modelos se incluyeron dos bombas de mano de tipo industrial, dos bombas de diafragma, y seis bombas de varios diseños hechas de PVC.

En forma provisional, las dos bombas de mano de tipo industrial se instalaron sobre una piscina; una fue prestada por la OXFAM de marca Consallen, y otra del modelo AID/Battelle fabricada en Honduras y proporcionada por la AID. Inicialmente, hubo deficiencias en la instalación que impidieron la operación correcta de las bombas, las cuales fueron detectadas y corregidas por los mismos participantes, permitiéndoles así estudiar a fondo los diseños y apreciar los problemas de mantenimiento en el campo.

El Sr. Quezada de la Comunidad Artesanal Cerro Mar, Chile, mostró una bomba de "zarandeo" (de tipo inercial). El cuerpo de la bomba consiste nada más que de un tubo largo de plástico y una cabeza hecha con una válvula de charnela incorporada. Con la bomba en posición vertical y el fondo del tubo

sumergido en el agua-fuente, se le mueve para arriba y abajo (ver figuras en la próxima página). Al levantarse la bomba, la válvula se cierra, creando una succión que hace subir el agua dentro del tubo. Al bajarse la bomba rápidamente, la válvula se abre y el agua sale del tubo por su propia inercia. Así se puede elevar el agua a un canal de riego o a un recipiente para almacenamiento. Para mayores diámetros se ha instalado este tipo de bomba con un cigüeñal, logrando elevar el agua hasta 6 metros.

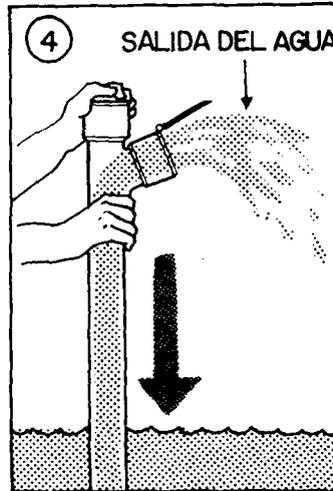
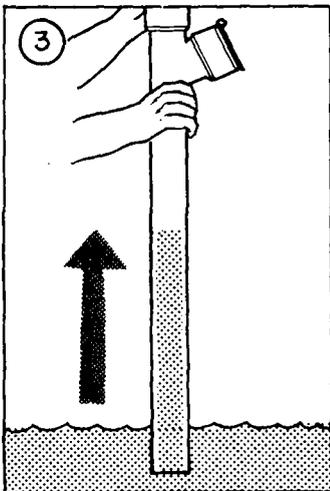
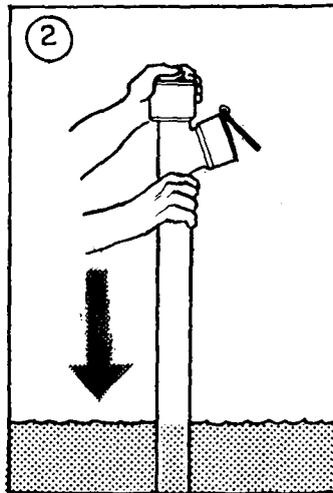
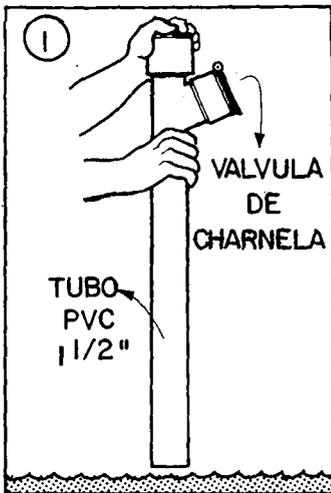
También, el Sr. Quezada mostró una pequeña bomba de diafragma para aprovechamiento a nivel domiciliario. Al igual que la bomba de zarandeo, está hecha de madera linde, que tiene una mediana resistencia al agua y está disponible localmente. Para las válvulas, sellos y diafragmas se utiliza la goma de una cámara de llanta. De esta forma el mismo campesino puede fabricar cualquiera de las dos bombas, mantenerlas y repararlas, aprovechando materiales fácilmente disponibles, para lograr una autosuficiencia tecnológica.

De un proyecto de UNICEF en Perú se mostró también un modelo de bomba de zarandeo. En este caso la bomba fue fabricada totalmente de piezas de PVC. Se reportaron buenas experiencias con el uso de este tipo de bomba sencilla y económica. Todos los participantes se interesaron en la bomba de zarandeo y experimentaron con los dos ejemplares.

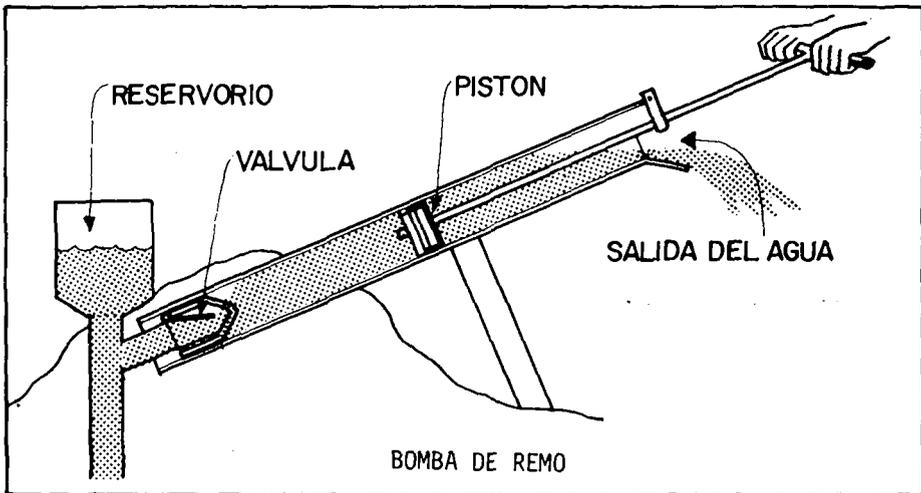
ITINTEC proporcionó dos bombas interesantes para las demostraciones. La primera fue una bomba de diseño vietnamés de doble diafragma, operada por los pies con un movimiento oscilante o de vaivén. El cuerpo de la bomba fue fabricado de acero soldado, con diafragmas también de material de cámaras neumáticas usadas, fácilmente reemplazables. La segunda bomba fue una de diseño chino que comprende un tubo de PVC de 6 pulgadas de diámetro, y un pistón de madera con varilla incorporada. El uso del pistón y varilla fabricados íntegramente de una madera de diámetro considerable y un largo de tres metros hace que la bomba sea pesada de manejar, especialmente cuando se está levantando una columna de agua de 6 pulgadas desde varios metros de profundidad.

Aunque no fue posible llevar toda la bomba, el Sr. Swenson del CIID presentó las piezas de una bomba de PVC diseñada por la Universidad de Waterloo con el auspicio de ese Centro. Se mostraron el émbolo de PVC con su válvula de retención de descarga, dos anillos de polietileno, y la válvula de succión, también de PVC. Los asientos de las dos válvulas funcionan por el contacto hermético entre el PVC y la goma de cámara de llanta. En ensayos hechos en el campo con modelos prototipos de la bomba se ha observado que las características de sello hidráulico de los anillos de polietileno y la pared del cilindro de PVC, y de las válvulas han sido buenas, con poco desgaste. Para facilitar el mantenimiento se ha experimentado con una válvula de pie removible. Actualmente, esta bomba está terminando un período de prueba y el informe de evaluación aparecerá en un futuro próximo.<sup>(5)</sup> Con estas bombas se ha elevado agua hasta 6 metros en succión y hasta 30 metros con el cilindro abajo. Las bombas de PVC podrían fabricarse en el país a bajo costo, asegurándose de que se efectúe un buen abastecimiento de repuestos.

(5) SHARP, D. y GRAHAM, M., editores. Village Handpumping Technology: Research and Evaluation in Asia. CIID, Ottawa (IDRC-204e) 1982.



BOMBA DE ZARANDEO (DE TIPO INERCIAL)



Finalmente, se exhibieron dos bombas de "remo" desarrolladas en Bangladesh, y proporcionadas para las demostraciones por la Universidad de Surrey. Una fue del diseño original propuesto por voluntarios canadienses, y la segunda introdujo unas ligeras modificaciones hechas por Surrey. Es una bomba aspirante recíproca para pozo superficial con un cilindro de PVC inclinado a 30 grados del horizontal. El operador empuja y jala directamente con el mango "T" de la varilla del émbolo. El movimiento es parecido al remo, del cual saca su nombre. La bomba incorpora una cámara de compensación de vacío ubicada encima de la tubería de bajada, la cual provee un flujo regular ascendente de agua y mejora la eficiencia del operador en forma significativa. Trabajando a 5-6 metros de succión se reporta que es 50% más eficiente que una bomba de mano UNICEF Modelo No. 6.

La válvula de pie (de tipo chapaleta de mariposa concéntrica hecha de goma de cámara de llanta) puede sacarse fácilmente para mantenimiento. Las diferencias entre los dos modelos demostrados fueron el asiento de la válvula de pie y el émbolo. Se introdujo un acoplador de reducción de PVC al final del cilindro para asentar más fácilmente la válvula de pie cuando se la está recolocando después de su mantenimiento. Para el émbolo se reemplazó el diseño original de metal (con empaquetadura de la taza de cuero y contrabrida de metal) con uno de PVC de una sola pieza, íntegro, sin tazas. Todos los participantes tuvieron la oportunidad de operar y desarmar las bombas. Se hizo evidente que la bomba de remo es una bomba muy eficiente, de buen diseño ergonómico, de bajo costo y fácil mantenimiento. Algunos comentaron que el émbolo de PVC funcionaba bien pero que tenía mayor pérdida por fricción y habría que estudiar el problema potencial de desgaste del émbolo y el cilindro.

Se observó que la bomba de remo y la de zarandeo parecen ser más apropiadas para riego de pequeñas parcelas que para abastecimiento de agua, debido a que no proveen ninguna protección sanitaria para el agua bombeada.

## 2.5 Bombas Hidráulicas

Presentaciones: - Dr. Jaime Lobo Guerrero, Universidad de los Andes, Bogotá

- Ing. Fred Reiff, HPE/OPS

- Ing. José Luis Juárez Vargas, UNICEF, Chiapas, México

- Dr. Jorge Zapp, Las Gaviotas, Colombia

### Resumen

El Dr. Lobo, de la Universidad de los Andes, inició la sesión sobre bombas hidráulicas enfatizando que la tecnología apropiada consiste de tal vez 1% de tecnología dura (maquinaria y estructuras físicas) y 99% de tecnología blanda (ambiente ecológico, organización socioeconómica y actitudes). Quiere decir que ningún aparato técnico, sea de tipo industrial o artesanal, puede por sí solo resolver el problema de bombeo de agua. Se requiere de un ambiente apropiado en que pueda funcionar según su diseño, y ser operado y mantenido adecuadamente. Con este preámbulo se habló de algunos modelos de bombas de tipo hidráulico.

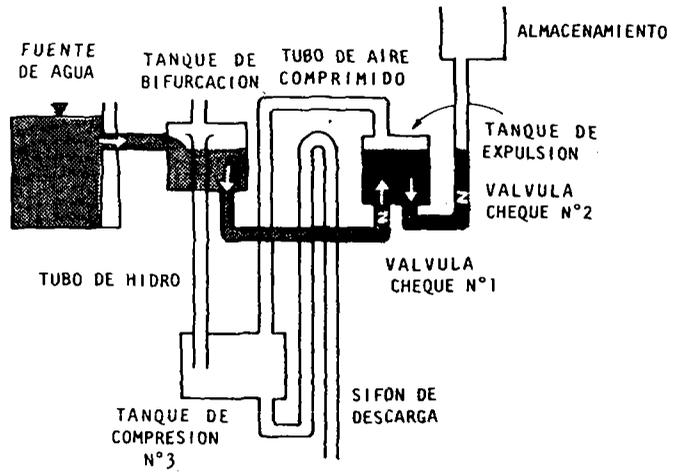
Un ejemplo que ha sido estudiado por la Universidad de Los Andes es una bomba de doble acción para ser utilizada en combinación con molinos de viento, la cual permite bombear agua cuando el pistón sube y también cuando baja, repartiendo así las cargas. Esta bomba ha sido incorporada al diseño del Molino Las Gaviotas (ver descripción en la página 29).

Seguidamente el Ing. Reiff, de la OPS, presentó una explicación sobre el funcionamiento de una bomba hidroneumática que está siendo investigada por él.<sup>(6)</sup> Esta bomba, que es una modificación de la elevadora de Cherepnov, utiliza la energía de caídas de agua para comprimir aire. El aire se capta por un sistema de tres tanques y tuberías interconectadas. Luego se utiliza el aire comprimido para bombear agua. Se utiliza un sifón para realizar la repetición del ciclo de bombeo. Esta bomba brinda dos ventajas principales. No necesita energía convencional, y la bomba tiene solamente dos partes móviles: dos válvulas de retención.

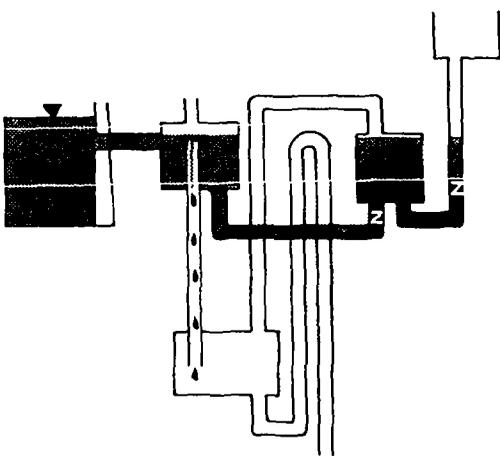
La capacidad del bombeo se controla por el diámetro de las tuberías. El nivel máximo de bombeo se limita por la altura de la caída. La Ley de Boyles describe la proporción del agua bombeada contra la cantidad de agua utilizada para energía. La relación es casi 2:1 para elevaciones de 10 m; 3:1 para elevaciones de 20 m y 4:1 para elevaciones de 30 m. Entre sus aplicaciones apropiadas se puede incluir el bombeo de agua de represas para riego y agua de manantiales.

(6) REIFF, F. The hydropneumatic pump: a modification of the Cherepnov lifter. Mimeógrafo. HPE/OPS. Washington, D.C., 1982

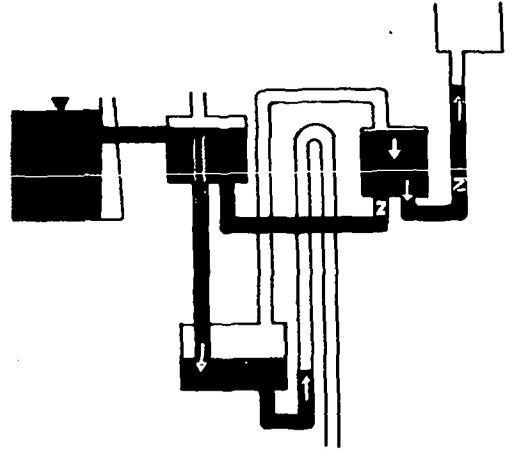
SECUENCIA DEL FUNCIONAMIENTO DE UNA BOMBA HIDRONEUMATICA



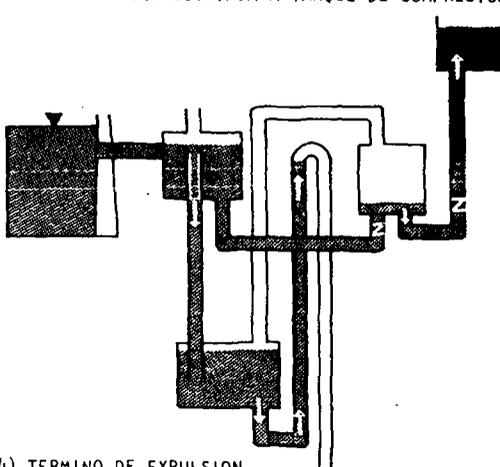
(1) LLENADO



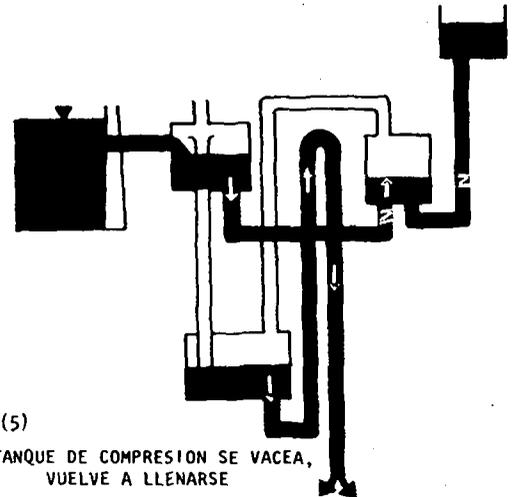
(2) TANQUES DE BIFURCACION Y EXPULSION LLENOS, AGUA DESVIADA A TANQUE DE COMPRESION



(3) COMPRESION Y EXPULSION



(4) TERMINO DE EXPULSION



(5) TANQUE DE COMPRESION SE VACEA, VUELVE A LLENARSE

El Ing. Juárez de UNICEF, México, hizo una presentación sobre el ariete hidráulico, proporcionando una descripción general de este tipo de bomba que es poco usada actualmente, aunque se presta para fabricación y operación local. También relató sus experiencias con el ariete en sistemas rurales de agua en México.

El ariete hidráulico es una combinación de una bomba y un generador de energía para activarla. Es, por lo tanto, un dispositivo automático para la elevación de agua, el cual actúa aprovechando la energía cinética de una columna de agua a una altura considerablemente mayor que la caída. El ariete sólo tiene 2 piezas móviles, una válvula de desperdicio y una válvula de descarga, las cuales se abren y cierran en forma sucesiva para establecer la acción de bombeo del ariete. La energía para el proceso de bombeo se deriva de un aumento de presión debido al golpe de ariete ocasionado por el cierre automático de la válvula de desperdicio (véase la descripción del ciclo de operación automática), mientras no se interrumpa el caudal de agua en el tubo de alimentación.

La gama de cargas típicas de bombeo pueden variarse de un mínimo de 2 ó 3 veces la altura de caída hasta un máximo de 30 ó 40 veces la caída. Puede operar con eficiencias hasta de 85%.

Ya que el ariete aprovecha energía hidráulica para elevar agua hasta 100 metros o más, es una bomba ideal para comunidades aisladas que están situadas en lugares altos encima de una fuente superficial de agua, y que solo requieren cantidades pequeñas de agua.

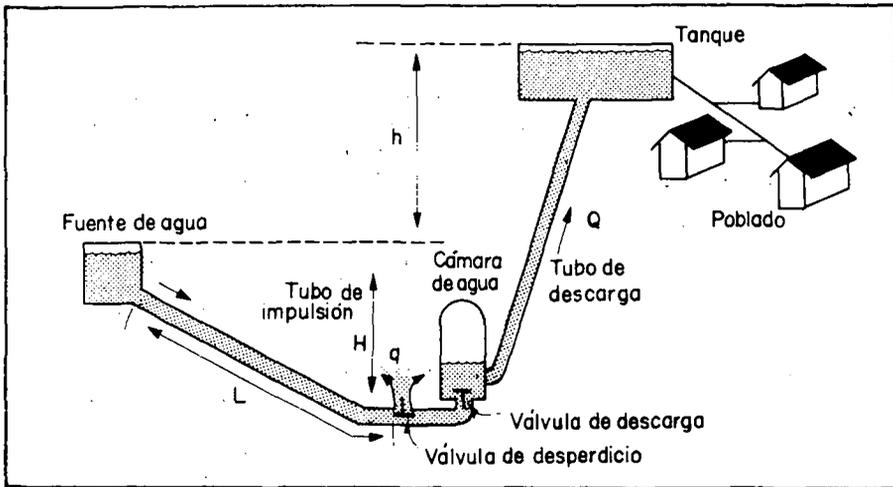
Como una indicación burda de la capacidad de un ariete, se estima que aproximadamente  $1/7^{\text{mo}}$  del volumen de agua alimentada al ariete puede ser elevada hasta una altura igual a unas cinco veces la carga de alimentación (H).

El volumen de agua elevada por un ariete hidráulico depende de la carga de impulsión disponible (H), la carga de bombeo requerida (h) y el diámetro del ariete. Para obtener mayor producción en una situación dada, o se requiere un ariete más grande, o se pueden conectar varios arietes en paralelo.

El Ing. Juárez hizo notar que el tubo de impulsión forma parte integral del ariete, y por lo tanto su diseño es crítico para la buena operación de la bomba. Una discusión de este punto se incluye en la sección sobre demostraciones.

Mientras el ariete utilizado en el proyecto de UNICEF en México es de fabricación artesanal utilizando tuberías, válvulas y accesorios de hierro galvanizado disponibles en cualquier ferretería, también existen experiencias en la Región de la aplicación de arietes de tipo industrial (véase por ejemplo Karp, 1975)(7).

(7) KARP, A. Diseño y cálculos para abastecimiento de agua por medio de arietes hidráulicos. CARE-Guatemala, Julio 1975.



Ciclo de Operación (8)

Al inicio tanto la válvula de desperdicio como la de descarga están cerradas, la cámara de aire está parcialmente llena de aire (la presión en la cámara es igual a la presión de descarga), ( $h$ ) y el tubo de impulsión (alimentación) está lleno de agua. Para que arranque se abre la válvula de desperdicio a mano, permitiendo así que el agua del tubo de impulsión comience a escapar (desperdiciarse) por la válvula. El agua que sale por la válvula de desperdicio se acelera hasta alcanzar una velocidad tan alta que logra cerrarla bruscamente. Al cerrarse la válvula de desperdicio se para el flujo de agua en el tubo de impulsión, creándose un golpe de ariete. Por la conservación de energía, el golpe de ariete transforma el movimiento del agua (energía cinética) en una onda de presión ampliada (energía potencial). Esta onda de presión, si es mayor que la presión en la cámara de aire, abrirá la válvula de descarga permitiendo así el flujo de agua del tubo de impulsión a la cámara. Esta acción a su vez aumenta la presión en la cámara y, como consecuencia, el agua de la cámara tiene que subir por el tubo de descarga. En un tiempo muy corto (menos de un segundo típicamente) la presión del golpe de ariete en el tubo de impulsión próximo a las válvulas es disminuida por el escape del agua a la cámara de aire hasta que alcanza una presión menor que la de la cámara, ocasionando el cierre de la válvula de descarga. Sin embargo, la presión en el fondo del tubo de impulsión es todavía mayor que la normal. Esta condición está compensada por un pequeño flujo que rebota por el tubo de impulsión, causando una onda de presión negativa. Esto produce suficiente succión sobre la válvula de desperdicio para reabrirla y el agua nuevamente escapa por la válvula, iniciándose un ciclo repetitivo. El ariete puede repetir este ciclo en forma indefinida en tasas de unos pocos ciclos por minuto hasta más de 300 cpm. El número de ciclos por minuto puede ser ajustado por una calibración que permita maximizar la eficiencia del proceso de bombeo.

(8) BERKAS, T.H. The hydram a small-scale water powered pump. Master's dissertation, 1982.

La experiencia de Las Gaviotas, Colombia, en la investigación, desarrollo e industrialización local de un ariete fue presentada por el Dr. Jorge Zapp, Director de ese Centro.

Confrontado el problema de tener que abastecer de agua al ganado en una zona de topografía relativamente plana y de un río de acceso difícil pero de poca pendiente, se pensó en la solución de desarrollar un ariete pequeño de alta eficiencia, capaz de aprovechar una caída mínima de 0.23 m para levantar el agua unos metros y conducirla a pilones ubicados hasta medio kilómetro de distancia.

La demanda por una bomba de esta clase fue suficiente para justificar su fabricación usando procesos industriales de alta tecnología. El "micro-ariete" de Las Gaviotas ha cumplido con todas las expectativas y actualmente está ampliamente difundido en esa zona agropecuaria.

Finalmente, el Dr. Zapp informó sobre una microturbina hidráulica que también fabrica el Centro Las Gaviotas. La microturbina aprovecha la energía de un caudal de agua entubada para mover una pequeña turbina que a su vez acciona un impulsor centrífugo para bombear una fracción del agua que ha pasado por la turbina. El ensamblaje turbina-impulsor está incorporado en forma íntegra en una misma carcasa. Igual al microariete esta clase de bomba requiere de procesos de producción más bien caracterizados como industriales.

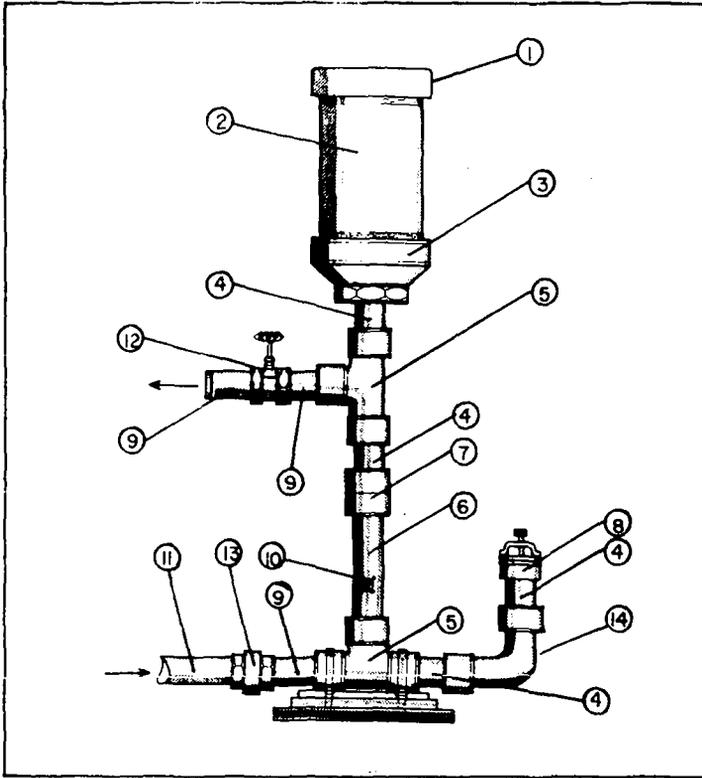
#### Demostraciones

Se hicieron dos demostraciones de arietes hidráulicos de construcción artesanal. El primero fue ensamblado en cuestión de horas por ITINTEC siguiendo planes publicados por el Cuerpo de Paz<sup>(9)</sup>.

El otro fue construido por el Ing. Juárez de UNICEF, México. Los dos arietes consistieron de piezas de tuberías, válvulas y accesorios de hierro galvanizado disponibles en cualquier ferretería. (Ver el plan y la lista de piezas del ariete de México). El ariete del ITINTEC fue de 1 1/2" de diámetro mientras el de México fue de 1" de diámetro. El costo (para materiales de arietes artesanales de este tipo) fluctúa entre EUA \$20 a EUA \$50, lo cual resulta en una bomba bastante económica.

No obstante que solo fue posible hacer instalaciones de campo precarias para los dos arietes, las demostraciones fueron muy instructivas. Se observó en primer lugar la importancia del diseño del tubo de impulsión para garantizar un buen funcionamiento del ariete. También se destacó la importancia de la selección y buen ajuste de la válvula de desperdicio para optimizar la eficiencia del ariete en combinación con el tubo de impulsión.

(9) PEACE CORPS. A training manual in conducting a workshop in the design, construction, operation, maintenance and repair of hydrams.  
Washington, D.C., 1981



ARIETE HIDRAULICO TIPO MEXICO

Lista de materiales para un ariete de 1"

<u>Código</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Pieza</u>
1	1	tapón de 3" hembra
2	1	niple de 3" x 0.40 m
3	1	reducción de 3" a 1"
4	4	niples corridas de 1"
5	2	T de 1"
6	1	niple de 1" x 0.20 m
7	1	válvula de retención de 1"
8	1	válvula de 1"
9	3	niples de 1" x 0.10 m
10	1	esprea de carburador
11	2	tramos de tubería de 1" x 6 m
12	1	llave de globo o de paso
13	1	unión de 1"
14	1	codo de 1"

A este respecto, y basado en su amplia experiencia con el uso de arietes, el Ing. Juárez ofreció las siguientes guías para la instalación de arietes de este tipo:

- la carga de impulsión (H) mínima para la buena operación de un ariete artesanal es de 1 m, y la óptima está entre 3 a 5 m;
- la longitud del tubo de impulsión debe ser de 3 a 5 veces la carga de impulsión;
- el diámetro del tubo de impulsión puede ser hasta 3 veces el diámetro del ariete;
- se debe mantener un mínimo de 30 cm de agua en el tanque de alimentación encima del tubo de impulsión;
- cargas de impulsión mayores de 6 a 8 m generalmente causan problemas en el ariete artesanal debido a los materiales utilizados en su construcción. Con cargas más altas se debe interponer un tanque o torre de compensación (con diámetro 8 veces el del tubo de impulsión);
- el tubo de impulsión debe tener un mínimo de accesorios y no debe tener ángulos agudos para evitar la formación de burbujas de aire y la reducción de la velocidad de la onda de presión creada por el golpe de ariete (ambos reducen la eficiencia del ariete). Así mismo, el diseño del tubo y tipo de aceite no deben permitir la acumulación de aire. Se recomendó que el tubo de impulsión fuese inclinado de forma recta o cóncava.

Se notó en una de las demostraciones que la acumulación de aire en el tubo de impulsión amortigua por completo el golpe del ariete, impidiendo así que la bomba eleve agua.

En cuanto a la operación del ariete, se mostró a los participantes la operación de la válvula de aire del ariete, la cual permite que la cámara de aire se mantenga con un volumen adecuado de aire para el buen funcionamiento de la bomba. Esta válvula debe quedar lo suficientemente abierta para dejar ingresar una pequeña cantidad de aire cada vez que se produzca la onda de presión negativa debajo de la válvula de descarga. Al abrirse la válvula de descarga en el próximo ciclo de operación, el aire subirá a la cámara compensando el aire que escapa de la cámara con el caudal de descarga. Sin esta compensación la cámara, eventualmente, se llenaría completamente con agua y comenzaría a sonar fuertemente con cada golpe del ariete.

Para alcanzar el mayor rendimiento de la bomba de ariete es necesario ajustar la frecuencia de la válvula de desperdicio. El Ing. Juárez recomendó operar con 60 a 100 ciclos por minuto. Se puede ajustar la válvula al variar su peso (más peso para que abra más rápido). También, un aumento en la relación L/D (longitud sobre diámetro) del tubo de impulsión aumentaría la frecuencia. El ariete debe funcionar aceptablemente en el intervalo  $L/D = 150$  hasta  $L/D = 1000$ . Generalmente un valor  $L/D = 500$  da buenos resultados. Pero debe notarse que la modificación de L/D es más bien una decisión de diseño que un control operativo.

## 2.6 Mejoramiento de la Calidad de Agua

Expositores:        Ing. José Pérez, CEPIS  
                          Ing. Lidia Cánepa de Vargas, CEPIS

### Resumen

En el trabajo "Calidad del agua en el medio rural disperso", el Ing. Pérez remarcó que el objetivo de un sistema de aprovisionamiento de agua es proveer de este elemento en cantidad y calidad adecuada. Para el medio rural disperso la dotación por habitante es normalmente muy baja y cercana a los 30 litros por habitante y por día. En lo referente a calidad de agua ésta debe ser por lo menos "segura".

Se presentó una lista de los parámetros físicos, químicos y biológicos más importantes con los valores recomendados que deben cumplir las aguas, poniendo énfasis en el control de turbidez y coliformes para que el agua no se convierta en un vehículo de transmisión de enfermedades.

Para el control de calidad de agua de consumo humano en el medio rural disperso hay que tomar medidas tanto preventivas como correctivas.

Las medidas preventivas tienen por objeto evitar la contaminación de una fuente de agua de calidad adecuada, o en el punto de origen o en los procesos de producción, transporte o almacenamiento. Entre las medidas preventivas se mencionaron las siguientes:

- seleccionar fuentes de agua libres de riesgos de contaminación o de inundaciones;
- proteger la bocatoma, pozo o unidades del sistema de contaminación por desagües o reboses o infiltraciones;
- ubicar siempre las letrinas, los botaderos y otras unidades de saneamiento tierra abajo del pozo, y a una distancia adecuada para prevenir infiltraciones contaminadas al acuífero;
- educar a la comunidad en el uso adecuado del sistema de agua, y en el manejo y uso higiénico del agua misma;
- instituir un programa de vigilancia del estado del sistema de agua y de la calidad del agua, y establecer las medidas correctivas a tomarse en caso que surjan problemas.

Se mostraron múltiples ejemplos de construcción de pozos protegidos, y de instalaciones higiénicas, para pozos excavados, hincados y perforados.

En cuanto a medidas correctivas, éstas se refieren básicamente a acciones de desinfección o de tratamiento. Se limitó la presentación a cubrir una gama de soluciones técnicas simples para la desinfección de pozos y del agua producida con compuestos de cloro. Estas soluciones incluían cloradores de difusión de tipo artesanal y algunos difusores comerciales, y dosificadores sencillos de cloro en solución.

Enseguida, la Ing. Cánepa de Vargas presentó el trabajo "Remoción de hierro y manganeso en el medio rural". Se concentró en esos dos parámetros de calidad debido a su frecuente ocurrencia en aguas subterráneas y a los problemas de olores, sabores e incrustaciones que pueden causar en concentraciones excesivas.

Se mostraron los principales métodos y sistemas de tratamiento para reducir el hierro y manganeso presentes en las aguas, seguidos de una serie de ejemplos de plantas de tratamiento utilizadas con éxito, por comunidades rurales para su remoción; la mayor parte de ellas integradas a un pozo accionado con una bomba de mano.

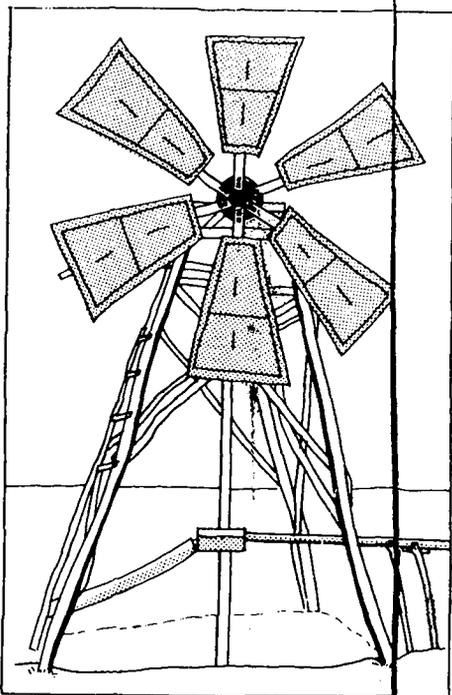
### Discusión

En las discusiones sobre mejoramiento de la calidad de agua se hizo mención del uso de filtros lentos de diseños sencillos para el tratamiento biológico de aguas superficiales en comunidades rurales. El CEPIS ha diseñado un número de plantas modulares de filtración lenta en combinación con otros procesos de prefiltración y/o sedimentación para la remoción de turbiedad, y está empeñado en un programa de investigaciones y proyectos de demostración para evaluar su comportamiento.

Se destacó que, para que esas plantas o cualquier otro proceso de tratamiento puedan funcionar bien en el medio rural, se precisan de buenos programas de operación y mantenimiento con componentes adecuados de entrenamiento de operadores, participación comunitaria y apoyo logístico regionalizado.

En cuanto a medidas preventivas se observó que algunos de los dispositivos para la elevación de agua, tales como la bomba de zarandeo o la bomba de remo (ver página 15), por su diseño no ofrecen posibilidades de proteger el agua bombeada de riesgos de contaminación. En caso de usar este tipo de tecnología es aún más importante contar con un buen programa de educación comunitaria para que los pobladores sepan cómo usar el agua en forma higiénica.

Además de discutir aspectos de calidad de agua, en varias sesiones del Seminario se mencionó otro factor importante para la protección de la salud pública: la prevención de accidentes relacionados con el uso de las tecnologías que están siendo estudiadas. Se notó, por ejemplo, la importancia de eliminar acoplamientos en bombas de mano donde se pueden introducir y dañar los dedos, especialmente de los niños; de diseñar las válvulas de desperdicio de los arietes hidráulicos para evitar que un niño pueda introducir un dedo; y de diseñar y construir las torres para tanques de almacenamiento o para molinos de viento con adecuada seguridad. Una tecnología "apropiada" no daría lugar a accidentes.



MOLINO DE MIRAMAR

## 2.7 Molinos de Viento

### Presentaciones:

Ing. Alfredo Oliveros, ITINTEC  
Sr. Ricardo Pieri Giovannini, ITINTEC  
Ing. Teodoro Sánchez, ITINTEC  
Ing. Giovanni Baldi, Experto en  
Cooperación Internacional, Italia  
Ing. José Eduardo Liu Ayón, Promotor,  
CIPCA  
Dr. Jorge Zapp, Las Gaviotas  
Ing. Mauricio Pardón, NCTL

### Resumen

En varias oportunidades durante el Seminario se mencionó el ejemplo de los molinos artesanales contruidos y utilizados por los campesinos de Miramar, en la Costa Norte del Perú, el cual representa un caso único en la Región y posiblemente en el mundo. El caso fue estudiado y analizado por NCTL, CIPCA e ITINTEC, entre otros<sup>(10)</sup>.

El diseño del molino de Miramar fue introducido por dos hermanos carpinteros de la localidad hace 50 años, y esta tecnología fue adoptada por los campesinos del lugar hasta tal punto, que hoy en día hay más de 1,100 molinos funcionando en la zona costera del bajo Río Chira, regando alrededor de 5,000 has. de tierras arenosas.

Los conocimientos técnicos residen en la misma comunidad, pues cada campesino construye su molino con la ayuda de sus vecinos. De igual manera él mismo realiza todas las acciones de operación y mantenimiento.

Todos los materiales utilizados en la construcción de esos molinos están íntegramente disponibles en el área. Tales son los casos de la madera que es utilizada en la construcción de las torres, y las esteras que se emplean para las aspas. Las partes metálicas son conseguidas generalmente de materiales de desecho provenientes de la industria petrolera aledaña. Las herramientas requeridas para la construcción son las propias de la carpintería.

(10) OSSIO, E. y PARDON, M. Análisis de la extracción de agua sub-superficial mediante la utilización de molinos de viento artesanales en la comunidad de Miramar, Piura-Perú: Un caso de tecnología intermedia local. NCTL Serie de Tecnologías Locales STL-1, Lima, Enero, 1981.

Cabe destacar que el éxito de los molinos de viento de Miramar se debe a una conyuntura especial no fácilmente reproducible en otros lugares:

- vientos de velocidad regular (4-7.5 m/s) con una dirección predominante, lo que permite el uso de un molino con eje de rotor fijo;
- condiciones topográficas y geomorfológicas de la cuenca que dan lugar a diferencias de niveles entre las aguas superficiales y las tierras cultivables que son alcanzables por la bomba artesanal del molino (succión común de 2-5 m, pudiéndose emplear molinos en serie para alcanzar mayores alturas);
- existencia de los campos petroleros aledaños que abastecen los desechos metálicos requeridos, especialmente los tubos de fierro (diámetro de 200 a 250 mm);
- presencia de un "agente tecnológico" que en un momento dado sea capaz de reconocer la utilidad de una tecnología para resolver un problema existente, de adaptarla a condiciones locales y de transferirla a la comunidad en general.

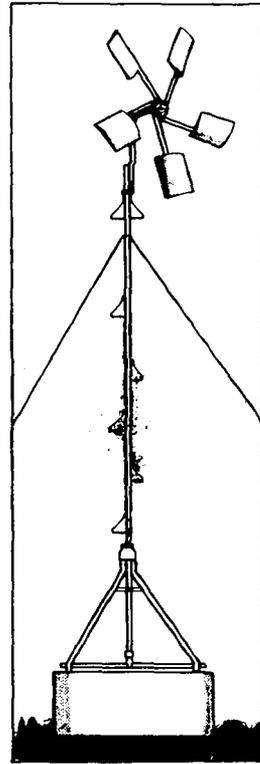
Esta experiencia exitosa microrregional ha mostrado la viabilidad de aprovechar la energía eólica, y ha impulsado numerosas investigaciones en el Perú con el fin de desarrollar nuevos diseños de molinos semiindustriales y demostrar la factibilidad de su uso en diferentes zonas del país.

El grupo técnico de ITINTEC presentó un resumen de sus investigaciones con molinos de viento multipala en Piura, Puno, Lima y Lurín. Después de experimentar con varios modelos tipo aeromotor se está promoviendo un diseño propio. Además de adaptar el diseño del rotor y engranaje se ha optimizado la selección de la bomba que se utiliza con el molino y se ha desarrollado un sistema simple de freno aerodinámico para proteger el aparato de ocasionales vientos fuertes.

El Ing. Oliveros de ITINTEC puso énfasis en la importancia de llevar a cabo estudios, zona por zona en el país, sobre la distribución horaria de los vientos, e identificar las zonas de buenos vientos y de malos vientos. Partiendo del conocimiento del comportamiento de los vientos y de los parámetros propios del molino se puede pronosticar el volumen del agua que es factible bombear mes a mes durante el año, y estimarse el valor del agua producida en términos de abastecimiento doméstico o de producción agrícola. A través de estudios económicos comparativos basados en esta información será posible delimitar las zonas donde esta tecnología tendría ventajas sobre otras opciones tecnológicas.

Así mismo, la selección del tipo de molino estaría condicionada por esta información, ya que decisiones sobre el mejor diseño de rotor, la necesidad de un freno aerodinámico, etc., estarán afectadas por las características locales de la energía eólica. Se comentó que muchos fracasos en el uso de molinos de viento han resultado de la selección de un diseño incompatible con las condiciones del viento en el lugar.

Otros ejemplos fueron presentados sobre el uso de molinos de tipo semiindustrial en Arequipa y Piura. La NCTL informó que en la zona de Pachacútec, Arequipa, existen alrededor de 350 molinos operativos instalados en pequeñas huertas, algunos desde hace 20 años. La proliferación de los molinos, así como su mantenimiento, se debe a la presencia del Sr. Leonidas Segovia, quien opera un bien equipado taller en Pachacútec para la fabricación de molinos de su propio diseño. Caso parecido ocurre en Piura donde la fábrica de Baldi y Ucelli diseña y fabrica, instala y mantiene estos molinos, además de ayudar a los campesinos locales a financiar su compra.



MOLINO LAS GAVIOTAS

Estos tres casos muestran que una tecnología relativamente sofisticada puede tener éxito si el apoyo logístico para su operación y mantenimiento está al alcance de los usuarios.

La experiencia de Las Gaviotas, Colombia, en el desarrollo, producción y diseminación de molinos de viento fue resumida por el Dr. Jorge Zapp.<sup>(11)</sup> Se logró un diseño altamente simplificado a través de un programa de investigación y desarrollo muy intensivo, y se alcanzó su utilización en otras partes de Colombia (fuera del área del proyecto regional Las Gaviotas) por medio de una estrategia agresiva de promoción y venta.

Se dio como ejemplo el caso del Distrito de Sucre donde el gobierno local solicitó la instalación de 500 molinos. Las Gaviotas acordó suministrarlos pero estableció condiciones para su introducción. Se instaló uno en cada colegio del distrito, siguiendo la filosofía del programa "Feed the Children", y después se esperó unos 8 meses antes de tomar otras acciones.

(11) Centro Las Gaviotas. Un molino de viento tropical: Manual de instalación y manejo del molino de viento MVZE-80. Bogotá, 1981.

Cuando la demanda de las comunidades locales por más molinos comenzó a manifestarse, Las Gaviotas apoyó a las juntas comunitarias para financiar y entrenar empresarios locales quienes se encargaron de la instalación y mantenimiento de los molinos adicionales. En total el Ministerio de Agricultura ayudó a financiar 500 molinos, y las comunidades locales compraron otros 250 con sus propios recursos.

El Ing. Zapp concluyó remarcando que no obstante el éxito en Sucre, al tratar de implantarla en otros distritos del país, esta estrategia de transferencia de tecnología no siempre funcionó y se tuvo que modificar el enfoque, adaptándolo a cada caso individual.

### Discusión

Tanto en las distintas presentaciones como en la discusión generada se pudo apreciar que los molinos de viento ofrecen una buena oportunidad de comparar diferentes modelos de transferencia de tecnología. Esto se debe a la riqueza de las experiencias compartidas y sus características tan variadas.

En primer lugar se comentó sobre los tres niveles tecnológicos observados:

- los molinos "artesanales" de Miramar representan una tecnología que ya se puede considerar tradicional;
- los molinos "semiindustriales" de Segovia (Pachacútec), Baldi (Piura) e ITINTEC caracterizados por diseños mecánicos modernos pero rudimentarios y procesos de fabricación con un insumo intenso de mano de obra;
- los molinos "industriales" de Las Gaviotas que nacieron de un proceso intensivo de investigación tecnológica para el desarrollo de un diseño moderno pero muy simplificado.

Los costos de estos diferentes molinos podrán variar de EUA \$800 para un molino artesanal, hasta EUA \$1500-3500 para los de fabricación semiindustrial. El molino de Las Gaviotas cae entre estos dos. En comparación, los molinos importados generalmente sobrepasan los EUA \$5000.

No obstante las grandes diferencias de un extremo a otro, los tres tipos han tenido cierto grado de éxito pero casi siempre en condiciones muy especiales y distintas, como se explicó durante las presentaciones. Sin tomar en consideración esas condiciones no se puede garantizar la repetición de tales experiencias en otros lugares.

El segundo factor observado fue la importancia de la presencia de un "agente tecnológico", que actúa como instrumento de cambio en la comunidad. En el caso de Miramar fueron unos carpinteros locales con una visión innovadora y la capacidad de comunicar sus ideas a la comunidad. En Pachacútec y Piura son empresarios particulares quienes promueven el uso de los molinos, y quienes conducen investigaciones por su propia cuenta para la adaptación de esta tecnología.

El otro ejemplo es el de ITINTEC y Las Gaviotas como instituciones gubernamentales de investigación y transferencia de tecnología. En el último caso, la transferencia se efectúa a veces a través de canales de promoción y educación comunitaria, y otras veces por intermedio de empresarios locales.

El Dr. Pratt, de OXFAM, comentó sobre la importancia de estudiar en mayor profundidad el proceso de transferencia tecnológica para poder romper la dependencia tecnológica que es tan fuerte en América Latina. Sugirió que el papel jugado por los pequeños empresarios locales en este proceso podría ser fundamental y merece más estudio.

La operación y el mantenimiento fue el tercer aspecto discutido. Se notó que en todos los casos, el éxito de la tecnología adoptada dependía de la existencia de una capacidad de operación y mantenimiento. En Miramar fue la propia capacidad de los campesinos, quienes dominaban la tecnología de sus molinos. En los otros casos el apoyo logístico y educativo para la operación y el mantenimiento de los molinos dependía de la presencia de personas especializadas, fuesen éstas los mismos empresarios locales o técnicos locales especialmente entrenados. En el caso de Las Gaviotas se mencionó la importancia de la disponibilidad de un buen manual de instalación, operación y mantenimiento preparado para ser asimilado por el propio dueño del molino. En efecto, Las Gaviotas suministra un apoyo logístico con la distribución del manual y la provisión de las herramientas especializadas requeridas con cada molino.

Los requisitos de mantenimiento para los diferentes tipos de molinos también son muy variados. Un ejemplo dado indica que es necesario cambiar los empaques de cuero en los molinos artesanales cada mes, mientras que para los molinos semiindustriales sólo se hace cambio de empaquetaduras cada uno o dos años.

#### Demostraciones

El ITINTEC montó en Lunahuaná el rotor de un molino tipo aeromotor de fabricación argentina para mostrar sus características y operación. También, a la vuelta de Lunahuaná a Lima se llevó al grupo del Seminario a dos lugares (Lurín y Villa) donde tienen instalados molinos de viento multipala, fabricados por ITINTEC.

El Dr. Zapp hizo una demostración interesante de una pieza del molino de Las Gaviotas. Se trataba del casquillo de la biela. Para evitar problemas de desgaste acelerado se tuvo que optimizar el diseño de la pieza, lo cual se logró a través de investigaciones detalladas sobre procesos metalúrgicos de fabricación. El ejemplo sirvió para mostrar que cuando se habla de tecnología apropiada no hay que descartar enfoques relativamente sofisticados en términos de ciencia y tecnología. Consideraciones mucho más importantes son las de bajar costos y simplificar los requisitos de operación y mantenimiento para que la opción tecnológica esté al alcance de la comunidad. De allí se ve que la investigación aplicada también es un componente imprescindible del proceso de desarrollo de tecnología apropiada.

## 2.8 Biogás y su Utilización en Motores de Combustión Interna

Expositores:           - Quím. María del Pilar Castillo, ITINTEC  
                          - Ing. Angel Herrera, ITINTEC

### Resumen

A fin de introducir el tema del uso de motores con combustibles no convencionales para el bombeo de agua, el ITINTEC presentó los siguientes trabajos sobre la generación y utilización de biogás.

La Quím. María del Pilar Castillo inició el tema con un trabajo sobre la digestión anaeróbica de desechos para la producción de biogás en digestores domiciliarios y semiindustriales. Se han realizado en ITINTEC investigaciones para evaluar diferentes desechos orgánicos como substrato para la digestión anaeróbica, incluyendo desechos agrícolas (estiércol y paja); basuras y aguas residuales. ITINTEC también ha experimentado con digestores de diferentes volúmenes y diseños, desarrollando criterios de diseño basados en la cantidad y calidad de materia prima disponible localmente, la frecuencia con la que se puede disponer de ella, así como también las cantidades de biogás para satisfacer determinadas necesidades energéticas.

Como resultado de estas investigaciones se ha podido demostrar la factibilidad de aprovechar las características energéticas del biogás (4767 Kcal/m<sup>3</sup>) para su utilización en la generación de energía calorífica, mecánica y eléctrica. Así mismo, el residuo de este proceso (bio-abono) posee un alto valor como fertilizante.

De esta manera, concluyó la Quím. Castillo, la tecnología del biogás en el Perú podría satisfacer necesidades energéticas, nutricionales y de salubridad rural ya que permite una mejor disposición de los desechos.

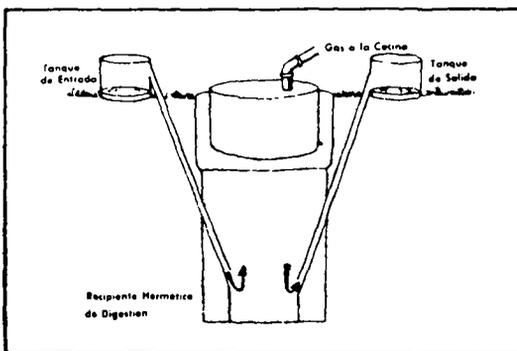
En otro trabajo, el Ing. Angel Herrera resumió las experiencias del ITINTEC en la utilización de biogás en motores de combustión interna. Señaló que la presencia de metano en el biogás en porcentajes de 60 a 70% aproximadamente hace de éste un buen combustible con el agregado que el 40 ó 30% restante es mayormente anhídrido carbónico, lo que permite evitar las detonaciones si se utiliza en motores de combustión interna, aparte de la ventaja que significa su característica gaseosa que permite así mismo una mejor mezcla.

Los ensayos realizados por ITINTEC en este campo están dirigidos a utilizar motores gasolineros de dos y cuatro tiempos; en ambos casos al motor no se le quita la posibilidad de utilizar gasolina. La modificación se realiza entre el carburador y el cilindro con el fin de alimentarlo con biogás y eliminar el combustible líquido. Podría considerarse motores desde 5 HP a mayor potencia.

El Ing. Herrera sugirió que para la utilización de biogás en motores de combustión interna, con el fin de bombear agua, se deben realizar estudios a fin de establecer el tamaño económico de plantas de biogás y de facilidades de almacenamiento de gas. El diseño óptimo será en función del número de horas y de la carga de bombeo requeridos.

### Demostraciones

Se hizo una demostración, basada en tecnología china, de varios artefactos de barro diseñados y fabricados por ITINTEC para el aprovechamiento de biogás a nivel de casas rurales. Entre los artefactos se incluyó una cocina y una lámpara de gas con caperuza. Además de demostrar el funcionamiento de la cocina y la lámpara se presentó una serie de diapositivas de un proyecto piloto en el altiplano peruano mostrando el biodigestor domiciliario, su operación, las conexiones de alimentación de gas a la casa, y por último la utilización domiciliaria de biogás para cocinar alimentos e iluminar la casa. También se mostraron las técnicas de producción de las cocinas y lámparas de barro.



DIGESTOR DOMICILIAR PARA  
PRODUCCION DE BIOGAS

Finalmente, al regreso de Lunahuaná el grupo del Seminario visitó la instalación de un biodigestor semiindustrial de tipo "Guatemala", que ha sido construido y operado por ITINTEC en forma experimental. Mayores detalles de las investigaciones realizadas en esa instalación fueron presentados por medio de diapositivas.

## 2.9 Discusiones de Grupo: Incorporación de Tecnologías Apropriadas en Proyectos de Desarrollo Rural

Moderador:

Ing. Herbert Caudill, AID

### Resumen de las discusiones

Durante las discusiones se trató de enfocar el proceso de transferencia y difusión de tecnología y los problemas que frecuentemente impiden el proceso. No siempre hubo coincidencia de puntos de vista, pero se ha tratado de agrupar los puntos discutidos en tres áreas principales: el proceso de transferencia y difusión de tecnología, los prerequisites para la incorporación de la tecnología en proyectos de desarrollo, y elementos de apoyo para este proceso, seguidos por unos ejemplos.

El proceso de transferencia y difusión de tecnología a los proyectos de desarrollo rural deben incluir los siguientes elementos: objetivos bien definidos, identificación de opciones técnicas, y especificación de los criterios de selección.

- Los objetivos de desarrollo deben ser claramente definidos en términos de los beneficios esperados y quiénes son los beneficiarios. Sin embargo, no debe confundirse el proceso de selección de tecnología a ser aplicado con los objetivos.

Por ejemplo, un objetivo puede ser el de abastecer a una comunidad con agua potable, pero nunca debe ser el de instalar una bomba de mano en la comunidad. Esto último es una decisión que debe tomarse en base a un análisis de cómo se abastecería mejor a esa comunidad.

- Luego, es necesario analizar una amplia gama de opciones tecnológicas de variada sofisticación con el fin de identificar aquellas que pueden servir para alcanzar los objetivos. En este análisis hay que considerar la necesidad de encadenar tecnologías de diferentes tipos. Por ejemplo, los molinos de viento y la perforación de pozos y métodos de riego podrían representar una combinación de tecnologías a ser consideradas en el caso de un proyecto integrado de agua y riego.
- Además de considerar la viabilidad técnica de las opciones tecnológicas es imprescindible fijar los criterios de evaluación que permitirán compatibilizarlas con las aspiraciones socioculturales de la comunidad junto con su capacidad de desarrollo económico y tecnológico, su ambiente político, y su situación ecológica. Sólo después de una evaluación completa basada en esos criterios puede escogerse la mejor opción.

Algunos factores fueron identificados como prerequisites para que una solución técnica pueda incorporarse con éxito en un proyecto de desarrollo rural, discutiéndose los siguientes:

- Debe existir una demanda por el proyecto en la comunidad que ayude a establecer la validez del objetivo y asegurar la voluntad de invertir recursos de la comunidad en el proyecto. Es posible estimular la demanda con buenos programas de promoción y educación comunitaria.
- La demanda socioeconómica sola no es siempre suficiente ya que factores políticos podrían impedir el desarrollo exitoso del proyecto aunque la comunidad lo quiera. La comunidad debe participar en él. Es el instrumento más valioso para asegurar que el sistema de agua tendrá éxito.
- Proyectos de agua de consumo humano pueden refortalecerse integrándolos con proyectos afines de desarrollo. Se ha notado en muchos casos que proyectos integrados de agua potable rural y riego funcionan mejor que proyectos aislados. También se debe vincular el componente de promoción y educación sanitaria de la comunidad con su equivalente en el programa de Atención Primaria de Salud.
- Sólo deben introducirse nuevas tecnologías cuando la demanda no puede satisfacerse con las tecnologías existentes, a menos que la nueva resulte en un aumento apreciable en calidad de servicios.
- La introducción de tecnología nueva requiere de un "agente" capaz de analizar factores técnicos, e introducir ideas innovadoras derivadas de las opciones tecnológicas disponibles. Muchas veces este agente será un forastero pero debe tener la capacidad de comunicarse con la comunidad y capacitarla en forma efectiva.
- Hay que asegurar que la capacidad técnica de la comunidad (en forma colectiva o individual) es la adecuada para la tecnología escogida o puede ser elevada al nivel requerido por medio de un proceso educativo. Este prerrequisito se aplica tanto a la etapa de construcción del sistema como a su operación y mantenimiento.

#### La Investigación Técnica

Para las instituciones responsables por la ejecución de proyectos de desarrollo rural hay unos elementos de apoyo que deben aprovecharse para la incorporación efectiva de tecnología apropiada. Entre los más importantes se puede mencionar: investigación técnica, investigación antropológica, transferencia de información, y tecnología educativa. Cabe observar que en muchos casos éstos son elementos olvidados.

- La investigación técnica sirve para desarrollar nuevas tecnologías, evaluarlas y demostrar su aplicabilidad. Las instituciones responsables de la aplicación masiva de tecnología a nivel rural deben buscar continuamente las mejores soluciones técnicas que promueven. Desafortunadamente, son pocas las que tratan de mantenerse al día en forma sistemática por medio de la investigación.

- Igualmente importante es la investigación antropológica para la evaluación de cómo la comunidad percibe la relación entre agua y salud, cuáles son los beneficios que ellos esperan de un sistema de agua, cuál es su actitud hacia la junta de agua y el operador local, y muchos otros factores que a la larga pueden determinar el éxito del proyecto.
- Aunque existe mucha información de todas partes del mundo sobre la tecnología apropiada, muchas veces ésta no llega a manos de quienes trabajan en proyectos de campo. Hay necesidad de crear mecanismos para identificar la información disponible que pueda servir a un proyecto específico, y para hacer llegar las publicaciones a los usuarios. El desarrollo de la REPIDISCA<sup>(12)</sup> es un esfuerzo para resolver este problema a nivel latinoamericano. También es necesario estimular que se publiquen y divulguen las valiosas experiencias que se han tenido en proyectos de desarrollo rural ya terminados.
- Para satisfacer mejor los requisitos de educación sanitaria comunitaria y de entrenamiento de operadores para sistemas rurales de agua, hay que buscar métodos más eficientes de enseñanza, aplicando la tecnología educativa. En el fondo se busca una identificación más precisa del mensaje que ellos deben recibir y medios más efectivos de comunicárselos.

Durante el curso del Seminario se discutieron varios ejemplos de proyectos integrales de desarrollo rural, uno de los cuales fue el Centro Las Gaviotas ubicado en Colombia, en la región del Orinoco, que tiene como objetivo fundamental la realización de un modelo de asentamiento humano relativamente auto-suficiente para el trópico bajo, que involucra diferentes disciplinas sociales y técnicas. Para conseguir el objetivo anterior, en lo que al aspecto técnico corresponde, se creó un Departamento de Tecnología Apropiada que ha dirigido sus investigaciones hacia el aprovechamiento de la energía solar, minihidráulica y eólica. El Dr. Zapp hizo la presentación de varias de las bombas desarrolladas por Las Gaviotas que están descritas en otras secciones de esta memoria. Cabe destacar que se han concentrado en la producción local de toda la tecnología desarrollada, y han logrado establecer una industria de exportación de tecnología apropiada.

---

(12) La Red Panamericana de Información en Ingeniería Sanitaria es una red cooperativa de centros nacionales de información, auspiciada y coordinada por CEPIS/OPS. Para buscar información sobre agua y saneamiento la REPIDISCA ofrece un Boletín de resúmenes de literatura no convencional de la Región (REPINDEX) y un boletín de tablas de contenido de las revistas principales de la especialidad (TABCONT). Esto se complementa con un servicio de entrega de copias de los documentos.

Otro ejemplo fue presentado por el Ing. Juárez, del Proyecto Especial de Desarrollo de Chiapas, México. Este proyecto se concentra en el desarrollo integral de las comunidades rurales de la zona y el mejoramiento de los sistemas productivos. Se han desarrollado y demostrado varias bombas no convencionales incluyendo la bomba de ariete descrita anteriormente (página 22).

En los dos proyectos, aunque con enfoques muy distintos, se ha logrado la difusión masiva de bombas no convencionales así como su uso por los campesinos rurales.

## 2.10 Discusiones de Grupo: La Dimensión Sociocultural en Proyectos de Agua y Saneamiento Rural

Moderador: Sr. Basilio Prado, Centro de Capacitación Campesina, Ayacucho

### Resumen de las discusiones

Para iniciar las discusiones se presentó una tabla resumiendo un número de factores socioculturales que deben considerarse no solo en el diseño de tecnología en sí, sino también en la creación de una estructura administrativa apropiada para facilitar la introducción y uso de la tecnología, y en el diseño de un enfoque metodológico para involucrar a los propios usuarios en el proyecto (ver página siguiente).

Al analizar los diferentes factores presentados, las discusiones se concentraron en dos temas específicos: las necesidades y expectativas de los usuarios, y la promoción comunitaria y educación sanitaria. Es difícil hacer una separación de estos dos puntos ya que se afectan mutuamente.

Al hablar de las necesidades y expectativas de los usuarios hay que admitir que su percepción del problema muchas veces es muy distinta a la del promotor, técnico o ingeniero sanitario, y este hecho puede tener repercusiones en el éxito de un proyecto. No se debe menospreciar el punto de vista de la comunidad sobre los beneficios de un proyecto de agua. Algunos ejemplos mencionados por los participantes los ilustran:

- Más interesa a la gente tener agua cuando no la tiene, que tener agua de buena calidad.
- El campesino ve fácilmente la productividad del agua para riego, pero no siempre hace la asociación entre agua e higiene por un lado y la mortalidad infantil en el otro, por ejemplo. Por eso, frecuentemente es una buena estrategia combinar proyectos de agua potable con proyectos de riego, o sea buscar proyectos integrados.
- Muchas veces la comunidad no está preocupada en reducir la carga de trabajo de la mujer. Podría ser un contacto social importante para la mujer, por ejemplo, ir a recoger agua de un pozo comunal o lavar ropa en un arroyo junto con las otras mujeres de la comunidad.
- En algunos lugares la gente ha visto tantos proyectos fracasados de "tecnología poco apropiada" que ya no creen en las promesas de los promotores de nuevos enfoques.

Por lo anterior, se ve la importancia de asegurarse que existe una demanda real de la comunidad por los beneficios que se pretenden ofrecer a través del proyecto. Al no existir la demanda, la comunidad no adoptaría ni el proyecto ni la tecnología.

LA DIMENSION SOCIOCULTURAL DEL DISEÑO DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO:  
CONTRIBUCIONES DE LAS CIENCIAS SOCIALES<sup>(13)</sup>

DISEÑO DE TECNOLOGIA	FORMAS DE DIFUSION DE TECNOLOGIA	MOTIVACION PARA LA ADOPCION DE TECNOLOGIA
<i>La innovación:</i>	<i>Existen canales y sistemas para:</i>	<i>La comunidad participa en decisiones sobre:</i>
-es técnicamente posible	-administración interesada	-iniciación del proyecto
-es económicamente eficiente	-promoción comunitaria y educación sobre salud	-diseño (elección del nivel del servicio, localización y similares)
-puede ser comprendida por los usuarios	-entrega eficiente del servicio	-programación de actividades intensivas de trabajo
-cumple con las necesidades y expectativas de los usuarios	-instrucción sobre operación	-operación y mantenimiento
-está dentro de la capacidad local de pago	-adiestramiento en mantenimiento	-cobro de cuotas (frecuencia de y mecanismo para)
-puede ser mantenida por los usuarios	-delegación efectiva de autoridad	-autoridad para hacer cumplir sanciones (demora en pago de cuotas, mantenimiento incumplido y otros)
	-evaluación periódica	

(13) Adaptado de: MONTGOMERY, J. Technology and civic life: Making and implementing development decisions. Boston, Massachusetts. Institute of Technology, 1974

Aún en países donde el número de solicitudes para instalar sistemas de agua excede la capacidad ejecutora de la agencia responsable, antes de iniciar un proyecto se debe realizar una encuesta en la comunidad para garantizar que hay coincidencia entre sus expectativas y necesidades y lo que el proyecto producirá.

La eficacia de los programas de promoción y educación comunitaria también fue cuestionada por el grupo. Se hizo un número de observaciones sobre este importante componente de proyectos de desarrollo.

- Parte de la labor de educación sanitaria y promoción no está vinculada directamente con el desarrollo de proyectos. Debe haber una actividad continua de educación sanitaria dentro de un programa de Atención Primaria de Salud, la cual debe enfatizar la importancia de agua y saneamiento y su relación con enfermedades diarreicas, especialmente de infantes y niños. Con esta educación básica la promoción y ejecución de proyectos se hace más fácil y habrá mayor probabilidad de buena administración del sistema y uso higiénico del agua por parte de la comunidad.
- Además de involucrar al promotor en salud asignado a las clínicas o puesto local de salud, si es que hay, también se debe aprovechar la colaboración de profesores locales, promotores o encargados de los programas de extensión agrícola, y de grupos locales de promoción en actividades de organización de la comunidad, educación sanitaria y tareas técnicas limitadas.
- La promoción y educación debe continuar después de la terminación de las obras en la forma de campañas periodísticas y/o propaganda continua. Se debe dar prioridad a la promoción de los sistemas, su mantenimiento y su mejoramiento.

Además de la promoción comunitaria y educación sanitaria general es necesario también concentrarse en la educación técnica de los responsables de la administración y operación del sistema, especialmente cuando se trata de la transferencia y adaptación de tecnologías nuevas. Aún en el caso de tecnologías muy sencillas que serían mantenidas por los propios campesinos hay que realizar actividades de capacitación técnica.

2.11 Mesa Redonda: Aspectos Socioculturales, Económicos, Técnicos y Operacionales a Considerarse en la Transferencia de Tecnología

Moderador: - Ing. Rolando Flores Bassini, DISAR

Integrantes:

- Sr. Marcelo René Quezada Moncada, Cerro Mar
- Dr. José Felipe Fernández Sánchez, Centro de Información, Estudios y Documentación, Puno
- Dr. Jaime Lobo Guerrero, Universidad de Los Andes, Bogotá
- Ing. Marco Antonio Campos, CARE
- Dr. Eduardo Wellin, Universidad de Wisconsin

Resumen de las discusiones

El moderador hizo una introducción al tema con la observación que el proceso de transferencia de tecnología no ocurre en breve tiempo, más bien requiere de muchísimo tiempo y depende de la persistencia de los que trabajan en este campo.

Quezada:

El Sr. Quezada inició la mesa redonda explicando el modo de trabajo de la Comunidad Artesanal Cerro Mar para lograr la transferencia de tecnología a los campesinos. Su filosofía es enseñar a través del trabajo. Se envían técnicos a vivir en la comunidad y trabajar directamente con la gente que va a utilizar la tecnología. Se hacen los arreglos necesarios para que durante el período de la visita los campesinos, quienes participarán en el proyecto, no hagan sus labores habituales sino se dediquen a trabajar conjuntamente con los técnicos.

Se dio el ejemplo de la construcción de un molino de viento artesanal en la comunidad de San Fernando. Los campesinos trabajaban lado a lado con los técnicos. Cada pieza que se montaba se hacía en forma compartida (50%-50%). Se les explicaba el por qué de cada tarea, no solo de construcción sino también de engrase, cambio de empaques, etc.

Sólo se ha logrado el éxito cuando el campesino es capaz de repetir el trabajo solo y de solucionar los problemas de operación y mantenimiento.

Se explicó que generalmente hay que trabajar con un pequeño grupo de gente convencida. El resto de la población no reacciona hasta que ve que sale el agua. Son muy pocos los que creen, los que se arriesgan. Sin embargo, esos pocos son justamente el motor del proyecto y deben ser los que introduzcan el proyecto o vendan la idea al resto de la comunidad.

Por esta razón Cerro Mar no cuenta con promotores. Prefieren llegar a un campo donde la promoción está ya hecha a través de contactos. El hecho de construir juntos es parte del principio de que la única forma de llegar a un contacto real es mediante el trabajo. Se pretende generar una organización a nivel de zona para que las personas que participaron continúen haciéndolo, apoyándose en sí mismos. De este modo el grupo de Cerro Mar trata de introducirse en la parte social sin olvidar que son técnicos. Esperan que los proyectos surjan espontáneamente.

Para terminar, el Sr. Quezada observó que poco se habla de la actitud del técnico que va a trabajar con el campesino. En Cerro Mar se trabaja en una escala muy reducida sin acometer planes regionales. No se toma al campesino como una pobre persona que necesita ayuda, se asume que es capaz de aprender y está realmente interesado; el técnico entonces se concentra en cómo y qué transmitir.

Fernández:

Para el Dr. Fernández el problema más importante no fue el tema del Seminario sino el proceso de la transferencia de tecnología. Se señaló que hay una diversidad de comunidades y ecosistemas en que el campesino vive y trabaja, y de necesidades que él percibe. Por lo tanto el técnico no debe entrar con prejuicios sobre el tipo de comunidad o el tipo de tecnología a aplicarse. Lo indispensable es ver si la tecnología es la más apropiada para la comunidad.

Para el Dr. Fernández uno de los aspectos fundamentales es la actitud del técnico al ir a la comunidad. Va uno con prejuicios pero cree que es el hombre lógico. Sería una actitud incorrecta pensar que el campesino no tiene racionalidad a la hora de actuar. Se ha comprobado en la práctica que el campesino es altamente racional. El gran problema del técnico es comprender esa racionalidad. Para poder promover cambios es necesario entender y aplicar la lógica del campesino, no la de uno. Si se logra comprender bien sus motivos de acción, la tarea será mucho más sencilla.

Por otra parte los prejuicios existen en ambos lados. Hay que lograr modificar los prejuicios tanto de uno como del otro. Los prejuicios que lleva el técnico son grandes, los del campesino son tal vez infinitos. Para el campesino primero es la comida. Muchas veces uno se pregunta por qué se siembra en octubre en vez de noviembre. Por qué tiene tan pocas vacas o chanchos cuando se piensa que debería tener más cantidad. Lo que sucede es que el campesino trabaja con mucha cautela porque él y su familia tienen que sobrevivir por sus propios medios en circunstancias muy adversas. Por lo tanto, no hay que perder de vista que el desaparecer estos prejuicios es una tarea lenta.

El Dr. Fernández también hizo énfasis en el impacto que se logra en la comunidad. A veces al final se ha dividido a la comunidad, cosa que nunca debe suceder. La comunidad es muy monolítica y hay que preservarla así.

Finalmente, el expositor observó que respecto a Puno abundan los experimentos técnicos. El problema es que lleguen a impactar en la gente y que los utilicen realmente. Para ayudar a resolver esa situación el Dr. Fernández recomendó que sería útil trabajar a través de grupos locales de promoción, ya que son los que conocen mejor las comunidades y sus necesidades y pueden dialogar con ellos más eficazmente para introducir nuevas ideas.

Campos:

La experiencia CARE-PERU fue descrita por el Ing. Campos. Explicó que CARE es una entidad extranjera en el país que trabaja en apoyo a programas nacionales. En el caso de agua potable colabora directamente con el programa de la Dirección de Saneamiento Rural del Ministerio de Salud.

En los proyectos que se realizan hay obligaciones de cada una de las partes. En el fondo CARE apoya con recursos financieros y materiales para las comunidades cuando éstos no existen en la comunidad. El Gobierno es el responsable del programa y del apoyo a los proyectos para su administración y operación. La comunidad inicia los trabajos con el material traído por CARE y se compromete a administrar, operar y mantener su sistema poniendo recursos propios para ello.

Se hizo hincapié en el proceso de selección de las comunidades. Se inician las gestiones con una visita a la comunidad candidata por parte de un equipo CARE-DISAR, con el objetivo de determinar si existe un interés real y la capacidad de compromiso de la comunidad. A veces sucede que no hay tal interés. Otras veces la comunidad afirma estar más interesada en un sistema de riego. Es la experiencia de CARE, después de observar muchos casos parecidos, que es mejor no iniciar un proyecto sin que la gente esté realmente interesada en el sistema de agua potable. De otra manera la gente no tendría el tiempo para distraer sus ocupaciones para construir el sistema, y no aceptarían las responsabilidades posteriores de pagar sus cuotas para su administración y operación. Muchas veces sucede que en la visita se discrepa sobre la capacidad de compromiso de la comunidad. Cada vez más se coincide en que en este caso se posterga la decisión.

En sus proyectos en el Perú, CARE no ha producido tecnología nueva, pero siente la necesidad de escoger cuidadosamente la mejor solución técnica, más que nada para asegurar su continuada utilización y operación. También se reconoció la importancia de un programa de apoyo técnico y educación para reforzar la capacidad de operación y mantenimiento de las comunidades.

Lobo:

El Dr. Lobo se centró en el problema económico financiero del sector de agua rural. Se observó que, por lo general, los fondos de inversión están administrados por alguna entidad gubernamental, internacional o gubernamental. Según el comentarista, por el lado económico casi todos

los esquemas de financiamiento que han sido utilizados son del tipo paternalista y están basados en el subvencionismo. Además, tienden a tener un alto costo burocrático, y hay poca oportunidad de flexibilidad o innovación en el uso de los fondos.

Rara vez las comunidades afectadas participan en su administración o tienen una voz sobre su uso. Todos estos factores sirven de impedimento para que la comunidad alcance un mayor grado de autosuficiencia, y obstaculizan a veces la aplicación de una tecnología más apropiada para la comunidad.

Al preguntarse si ese dinero estaba siendo bien empleado, el Dr. Lobo propuso discutir la posibilidad de un fondo rotatorio que dé crédito directamente a las comunidades rurales. El manejo del fondo rotatorio podría estar a cargo de una institución sin fines de lucro, y ser de tipo financiación libre.

Tal fondo requeriría de mecanismos no convencionales de manejo. Toda acción debería ser iniciada por la comunidad una vez que los pobladores hayan determinado que necesitan un proyecto de agua. Ellos irían al fondo para solicitar un crédito. Como primer paso el fondo podría financiar los estudios técnicos, pero la comunidad contrataría los asesores de su elección en forma directa. De igual manera se financiaría la construcción de las obras una vez hecho el estudio. La comunidad se comprometería a pagar el empréstito en su totalidad, y a responsabilizarse por la administración y operación del sistema de agua.

Al ofrecer dicho fondo a las comunidades se rompería la cadena de dependencia e intervención. Podría ser que éstas tardaran una generación en tener éxito, pero el fondo abriría oportunidades para los que tienen iniciativa y estén dispuestos a asumir el riesgo o en solucionar sus propios problemas.

#### Wellin:

El Dr. Wellin relató la experiencia ganada en una serie de encuestas y estudios hechos en un gran número de comunidades rurales.<sup>(14)</sup> Hablando de la comunidad en general, se ha aprendido que la gente quiere tener un sistema de agua por tres razones, en orden de prioridad:

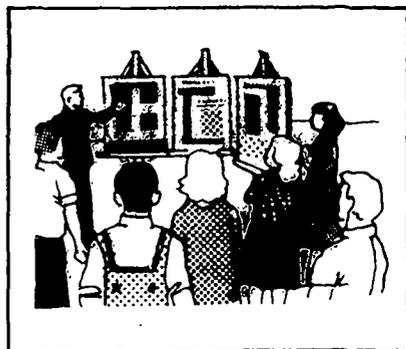
1. para tener más agua,
2. para tener agua más accesible,
3. para tener agua de mejor calidad (casi siempre en tercer lugar)

(14) WELLIN, E. Village water systems in selected coastal and highland areas of Peru. Lima, Oct. 1982

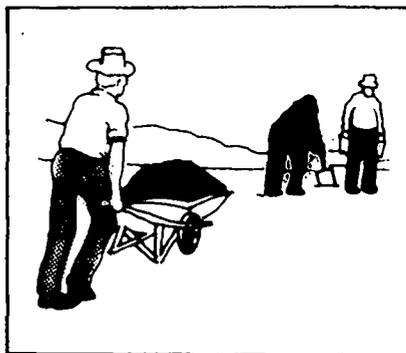
Existen tres etapas en la carrera de un sistema de agua potable rural, sin importar la tecnología: promoción, construcción y administración. Cada etapa tiene sus características y sus problemas.

Sobre la promoción y construcción, el Dr. Wellin observó que son de relativamente corta duración y, por lo general, tienen objetivos específicos y bien claros. Generan bastante entusiasmo tanto en la gente como entre los ingenieros y técnicos. La comunidad lleva a cabo actividades para reunir fondos y despertar interés y participación. La posibilidad de tener un sistema de agua potable es algo que a la gente le gusta por las razones antes señaladas.

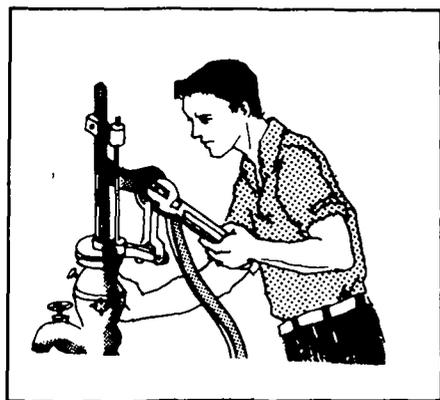
Un problema que se ha observado muchas veces es que los ingenieros y técnicos no consultan mucho con la comunidad. Es muy difícil debido a que hay una variedad de opiniones y su identificación y evaluación es un proceso difícil. El resultado es que ellos hacen lo que creen es el mejor diseño y lo construyen.



COMPRESION COMUNITARIA



CONSTRUCCION



OPERACION Y MANTENIMIENTO

La tercera etapa es la peor - el manejo del sistema. Las comunidades están abandonadas a sus propios recursos, pero éstos son casi siempre insuficientes para la tarea.

El ejemplo común es que en los domingos hay una ceremonia para inaugurar el nuevo sistema. Asisten todos - los campesinos, los ingenieros y técnicos y los políticos. Luego, el lunes, los ingenieros, técnicos y políticos se van a su trabajo normal dejando a la comunidad toda la responsabilidad de la administración y operación del sistema. Pero los miembros de la comunidad hacen su trabajo sin sueldo. No disponen de recursos materiales y son pocos los recursos humanos especializados. Al operador le faltan instrumentos básicos como manuales del sistema y herramientas.

El manejo de un sistema de agua potable de una ciudad grande y el manejo de un sistema de agua potable rural incluyen los mismos problemas: económicos, técnicos, sociales, políticos y administrativos. La persona que trabaja en la comunidad rural tiene que afrontar estos problemas por lo general sin recursos y sin ayuda externa.

Los esfuerzos y recursos que invierten las autoridades nacionales en las etapas de promoción y construcción de sistemas es sustancial. Sin embargo, no invierten mucho en la tercera etapa para ayudar a la comunidad en el manejo del sistema. Deben tener personal que trabaje con las comunidades rurales en esta etapa. Siempre hay fallas en cualquier tipo de sistema y algunas veces existen problemas de operación y mantenimiento muy grandes. Las comunidades necesitan de bastante ayuda y no la reciben. Hay que pensar más en cómo ayudar a las comunidades en la tercera etapa. Las dos primeras - promoción y construcción - van más o menos bien.

3. LISTA DE PARTICIPANTES

Alejandro Amoretti  
Oficial del Proyecto de Agua  
UNICEF  
12 Calle No. 6-07, Zona 14  
Telf. 32-3579  
Guatemala, Guatemala

José Eutimio Bowen Briones  
Jefe de Saneamiento Ambiental  
- Manabí  
Instituto Ecuatoriano de Obras  
Sanitarias (IEOS)  
Protoviejo, Manabí  
Telf. 65-0528  
Ecuador

Alejandro Apolinarez de la Cruz  
Ingeniero Agrónomo  
Línea de Infraestructura  
Cooperación Peruano-Suiza  
Apartado 240  
Telf. 2555  
Ayacucho, Perú

Mesías Burga Tarrillo  
Docente del Departamento de  
Recursos de Agua y Tierra  
Universidad Nacional Agraria  
Apartado 456  
Telf. 35-2035  
La Molina, Perú

Carlos Rómulo Apérrigue Roselló  
Responsable de Infraestructura  
Cooperación Peruano-Suiza  
Apartado 240, Telf. 2555  
Ayacucho, Perú

Juan Burgmeyer-Vanderlinden  
Técnico en Riego  
Central Ecuatoriana de Servicios  
Agrícolas  
Inglaterra 532 y Mariana de Jesús  
Telf. 52-4830  
Quito, Ecuador

Víctor Eleodoro Ashtu Paucar  
Director de Saneamiento Ambiental  
Región de Salud X, Puno  
Ministerio de Salud  
J. Antonio Encinas 145  
Telf. 85  
Puno, Perú

Marco Antonio Campos Rosemberg  
Coordinador de Programas  
CARE PERU  
Los Laureles 485  
Apartado 11228  
Telf. 40-0589  
San Isidro, Lima, Perú

Giovanni Baldi Comand  
Experto Cooperación Internacional  
(Italia)  
Director Gerente  
Baldi y Ucelli S.R.L. (Perú)  
Apartado 375, Telf. 32-7282  
Piura, Perú

Herbert Caudill  
Asesor del IEOS  
USAID/ECUADOR  
Edificio Computec, Piso 3  
Gran Colombia 1573  
Telf. 521-100  
Quito, Ecuador

V. Fernando Bedoga Vaca  
Encargado de Investigación Agro-  
pecuaria y Tecnologías Apropriadas  
Central Ecuatoriana de Servicios  
Agrícolas (CESA)  
Inglaterra 532, Telf. 52-4830  
Quito, Ecuador

Imel Copa Velásquez  
Jefe del Departamento de Sanea-  
miento Básico  
Corporación Regional de Desarrollo  
de Tarija (CODETAR)  
Casilla 1369  
Tef. 2966  
Tarija, Bolivia

Patrice A. Courty  
Oficial de Proyectos  
UNICEF  
Apartado 5317  
Telf. 47-7608/45-7046  
Lima, Perú

Gustavo Eduardo Cueva Armijos  
Supervisor de Construcciones  
Instituto Ecuatoriano de Obras  
Sanitarias (IEOS)  
Casilla 12-62  
Quito, Ecuador

Nicolás Echevarría Morales  
Universidad Nacional Agraria  
Departamento de Recursos de Agua  
y Tierra  
Apartado 456  
Telf. 35-2035  
La Molina, Lima, Perú

Stig Eriksson  
Voluntario Técnico de UBV  
Colaboración con UNICEF en Puno  
Apartado 2068  
Telf. 32-1507  
Lima, Perú

José Felipe Fernández Sánchez  
Promotor  
Centro de Información, Estudios  
y Documentación  
Apartado 311  
Puno, Perú

Rolando Flores Bassini  
Jefe del Departamento de Preserva-  
ción de Servicios  
Dirección de Saneamiento Rural  
Ministerio de Salud  
Av. Salaverry 1238  
Telf. 71-3991  
Jesús María, Lima, Perú

Norman René Gallegos Barahona  
Promotor de Salud II - Tegucigalpa  
Ministerio de Salud  
Región Sanitaria No. 7  
Telf. 95-2030  
Juticalpa, Honduras

Jorge García Silva  
Representante Regional  
Centro Internacional de Investiga-  
ciones para el Desarrollo (CIID)  
Av. Condell 285  
Telf. 22-52-253  
Santiago, Chile

Diego Alfredo González Cano  
Ingeniero Sanitario  
Instituto Ecuatoriano de Obras  
Sanitarias (IEOS)  
Apartado 660  
Telf. 54-4400  
Quito, Ecuador

Hibernón Gutiérrez Guzmán  
Supervisor de Saneamiento Ambiental  
Ministerio de Salud  
Unidad Sanitaria de Cochabamba  
Telf. 26-614  
Cochabamba, Bolivia

Gabriela Heber  
Consultora  
German Appropriate Technology  
Exchange (GATE)  
Postfach 5180  
DG232 Eschborn 1  
Telf. 06196-4011  
Alemania

José Luis Juárez Vargas  
Proyectos Especiales  
Secretaría de Desarrollo Económico  
Apartado Postal 162  
Telf. 80-293  
San Cristóbal, Las Casas  
Chiapas, México

Asher Kiperstok First  
Compañía de Ingeniería Rural de  
Bahía  
Secretaría de Saneamiento del  
Estado de Bahía  
Caixa Postal 7429  
Telf. 23-11554  
Itapuá, Salvador, Brasil

Ernesto Ligerón Casanovas  
Técnico de Pozos y Bombas  
Administración de Empresas para  
Obras Sanitarias  
AROS Beni, Ministerio de Salud Pub.  
AROS Beni, Trinidad  
Telf. 524  
Trinidad, Bolivia

José Eduardo Liu Ayón  
Promotor, Técnico Agropecuario  
Centro de Investigación y Promoción  
del Campesinado (CIPCA)  
Apartado 305, Telf. 32-8634  
Piura, Perú

Jaime Lobo Guerrero Uscátegui  
Profesor de la Universidad de los  
Andes  
Apartado Aéreo 4976  
Telf. 28-49911  
Bogotá, Colombia

Heraclio Medardo Luján Loayza  
Coordinador del Area de Asesoría  
Técnica - Centro de Desarrollo  
Agropecuario  
Jr. 9 de Diciembre, Apartado 251  
Telf. 2276  
Ayacucho, Perú

Aparicio Félix Meneses Rojas  
Asistente de Investigación  
Centro de Capacitación Campesina  
Universidad Nacional San Cristóbal  
de Huamanga  
Ayacucho, Perú

Tirson Mina Morales  
Jefe de la División de Recursos  
Hídricos  
Corporación Regional de Desarrollo  
de Chuquisaca (CORDECH)  
Ministerio de Planeamiento  
Casilla 156, Telf. 22-565  
Sucre, Bolivia

Marco Antonio Moncada Ramírez  
Inspector de Saneamiento IV  
Ministerio de Salud Pública y  
Asistencia Social -  
División de Saneamiento  
Telf. 22-1927  
Tegucigalpa, Honduras

Raúl Moore Serna  
Técnico en Saneamiento Ambiental  
Ministerio de Salud  
Sucre, Bolivia

César Homero Morales Valenzuela  
Educador Sanitario  
Instituto Ecuatoriano de Obras  
Sanitarias (IEOS)  
Casilla 680, Telf. 544-400  
Quito, Ecuador

Abel Crisanto Muchaypiña García  
Inspector de Saneamiento Ambiental  
Región de Salud Sur Medio, Ica  
Ministerio de Salud  
Urb. San Miguel - E - 221  
Telf. 23-5481  
Ica, Perú

Leonardo Efraín Naranjo Jaramillo  
Coordinador del Departamento de  
Construcciones  
Centro de Arte y Acción Popular  
Apartado Postal 173-B  
Telf. 52-2763  
Quito, Ecuador

José Luis Otárola U.  
Técnico UNICEF  
ORDEPUNO - UNICEF  
Pasaje San Carlos 154  
Telf. 377  
Puno, Perú

Ricardo Pieri Giovannini  
Instituto Técnico de Investigación  
Tecnológica Industrial y de Nor-  
mas Técnicas (ITINTEC)  
Parroquia de Galapuja  
Puno, Perú

Basilio Oswaldo Prad Chauca  
Agrónomo del Centro de Capacitación  
Campesina  
Universidad Nacional San Cristóbal  
de Huamanga  
Casilla 85  
Ayacucho, Perú

Marcelo René Quezada Moncada  
Diseñador  
Comunidad Artesanal Cerro Mar  
Colo Colo 1284, C. O'Higgins  
Valpo, Chile

Eder Esaú Samayoa Duarte  
Diseñador y Supervisor  
Unidad Ejecutora del Programa de  
Acueductos Rurales (UNEPAR)  
Ministerio de Salud Pública  
19 Calle 33-68, Zona 1, Villa-  
linda II  
Guatemala, Guatemala

Percy Cipriano Saravia Celis  
Jefe del Dept. de Saneamiento Rural  
División de Saneamiento Rural  
Ministerio de Salud Pública  
32 Calle "A" 0-37, Zona 3  
Telf. 44-384  
Guatemala, Guatemala

Percy Adolfo Sarmiento Huisacayna  
Ingeniero Agrónomo - Zootecnista  
Proyecto de Desarrollo Agropecuario  
para la Provincia de La Unión  
Cotahuasi, La Unión  
Arequipa, Perú

Jorge Julio Soriano Díaz  
Responsable de Línea de Asesoría  
Técnica y Servicios  
Centro de Investigación, Documenta-  
ción, Educación, Asesoría y  
Servicios (IDEAS)  
Av. Arenales 635, Telf. 24-7773  
Lima, Perú

Edwin Ramiro Soto Orellana  
Extensionista - Técnico  
Centro de Investigación y Promoción  
del Campesinado (CIPCA)  
Apartado 2869, Telf. 28-024  
Cochabamba, Bolivia

Richard Swenson  
Program Director  
Water & Sanitation  
Latin America & East Africa  
International Development Research  
Centre (IDRC)  
P.O. Box 8500  
Ottawa, Canada K1G 3H9

Jesús Enrique Tinoco Gómez  
Jefe de Proyecto  
Centro de Información y Desarrollo  
Internacional de Autogestión  
(CIDIAG)  
Arnaldo Márquez 2232, Telf. 62-7451  
Lima, Perú

Juan José Varela Salvador  
Supervisor de Construcción  
Unidad de Saneamiento Básico Rural  
Instituto Ecuatoriano de Obras  
Sanitarias (IEOS)  
Casilla 680, Telf. 54-4400  
Quito, Ecuador

Tito Vargas Pérez  
Departamento de Planificación y  
Programación de Proyectos  
Gobierno Central  
Ministerio de Planeamiento  
Oruro, Beni - Telf. 52-926  
Oruro, Bolivia

Jorge Luis Zapp Glauser  
Director Técnico  
Centro de Desarrollo Integrado "Las  
Gaviotas"  
Apartado Aéreo 18261, Telf. 81-1729  
Bogotá, Colombia

#### EXPOSITORES

Dr. Carl R. Bartone  
Coordinador de Programas  
Unidad de Desarrollo de Tecnología  
Centro Panamericano de Ingeniería  
Sanitaria y Ciencias del  
Ambiente (CEPIS)  
Los Pinos 259, Urb. Camacho  
Telf. 35-4135  
Lima 3, Perú

Ing. Angel Herrera  
Instituto Técnico de Investigación  
Tecnológica Industrial y de Nor-  
mas Técnicas (ITINTEC)  
Jr. Morelli 2a. Cuadra, esquina  
Av. Las Artes  
Apartado 145, Telf. 40-1040  
Lima 34, Perú

Ing. María del Pilar Castillo  
Instituto Técnico de Investigación  
Tecnológica Industrial y de Nor-  
mas Técnicas (ITINTEC)  
Jr. Morelli 2a. Cuadra, esquina  
Av. Las Artes  
Apartado 145, Telf. 40-1040  
Lima, Perú

Ing. E.H. Hofkes  
International Reference Centre  
for Community Water Supply and  
Sanitation (IRC)  
P.O. Box 5500  
2280 HM, Rijswijk,  
Telf. (070)949322  
The Hague, Holanda

Ing. Alberto Flórez Muñoz  
Director del CEPIS  
Los Pinos 259, Urb. Camacho  
Telf. 35-4135  
Lima 3, Perú

Ing. Jorge Izaguirre  
Miembro - Naturaleza, Ciencia y  
Tecnología Local (NCTL)  
Mariano José de Arce 135, El Olivar  
Telf. 40-9430  
San Isidro, Lima, Perú

Ing. Jack Fritz  
National Academy of Sciences  
2101 Constitution Avenue, N.W.  
Washington, D.C., 20418  
E.U.A.

Ing. Luis Massón  
Presidente - NCTL  
Mariano José de Arce 135, El Olivar  
Telf. 40-9430  
San Isidro, Lima, Perú

Ing. Alfredo Oliveros  
ITINTEC  
Jr. Morello, 2a. Cuadra, esquina  
Av. Las Artes  
Apartado 145, Telf. 40-1040  
Lima 34, Perú

Ing. Mauricio Pardón  
Miembro - NTCL  
Mariano José de Arce 134, El Olivar  
Telf. 40-9430  
San Isidro, Perú

Ing. José Pérez  
Asesor en Tratamiento de Agua  
CEPIS  
Los Pinos 259, Urb. Camacho  
Telf. 35-4135  
Lima 3, Perú

Dr. Brian Pratt  
The Oxford Committee for Famine  
Relief (OXFAM)  
Santa Isabel 180, Telf. 47-7588  
Lima 18, Perú

#### SECRETARIA

Srta. Rosana Battifora  
Secretaria  
CEPIS

Ing. Fred Reiff  
Division of Environmental Health  
Protection  
Pan American Sanitary Bureau  
Regional Office of the World Health  
Organization  
525 Twenty-third Street, N.W.  
Washington, D.C., 20037  
E.U.A.

Ing. Teodoro Sánchez  
ITINTEC  
Jr. Morelli, 2a. Cuadra, esquina  
Av. Las Artes  
Apartado 145, Telf. 40-1040  
Lima 34, Perú

Ing. Lidia Cánepa de Vargas  
Oficial de Adiestramiento  
CEPIS  
Los Pinos 259, Urb. Camacho  
Telf. 35-4135  
Lima 3, Perú

Dr. Edward Wellin  
Catedrático de Antropología  
Departamento de Antropología  
Universidad de Wisconsin-Milwaukee  
Milwaukee, Wisconsin 53201  
E.U.A.

Ing. Rosario Castro  
Oficial de Adiestramiento  
CEPIS

4. LISTA DE DOCUMENTOS PRESENTADOS

A continuación se presenta una lista de los documentos distribuidos durante el Seminario.

Se pueden obtener copias al precio de EUA\$0.10/página (incluye porte aéreo) enviando una carta acompañada de un giro bancario a la orden de Pan American Sanitary Bureau PUB/CEPIS, a la siguiente dirección: Publicaciones CEPIS, Casilla de Correo 4337, Lima 100, Perú. Para efectuar el pago del documento en moneda nacional, deberá hacerlo a través de las Oficinas de Representación de la OPS/OMS en el país correspondiente. En el caso de Perú, sírvase ponerse en contacto directamente con el CEPIS.

1. HOFKES, E.H. "Guidelines for organising handpump maintenance systems." Seminario sobre Tecnologías Apropriadas para Elevación de Agua en Areas Rurales. CEPIS, Lima, 31 Mayo - 5 Junio 1982. 14 p.
2. REIFF, F.M. "Planificación de programas de bomba de mano y pozos." Seminario sobre Tecnologías Apropriadas para Elevación de Agua en Areas Rurales. CEPIS, Lima, 31 Mayo - 5 Junio 1982. 11 p.
3. PEREZ CARRION, J. "Calidad del agua en el medio rural disperso." Seminario sobre Tecnologías Apropriadas para Elevación de Agua en Areas Rurales. CEPIS, Lima, 31 Mayo - 5 Junio 1982. 17 p.
4. NATURALEZA, CIENCIA Y TECNOLOGIA LOCAL PARA EL SERVICIO SOCIAL. "Diagnóstico de la situación actual del uso de energías no convencionales para elevación de aguas en el Perú." Seminario sobre Tecnologías Apropriadas para Elevación de Agua en Areas Rurales. CEPIS, Lima, 31 Mayo - 5 Junio 1982. 71 p.
5. VARGAS, L. "Remoción de hierro y manganeso en el medio rural." Seminario sobre Tecnologías Apropriadas para Elevación de Agua en Areas Rurales. CEPIS, Lima, 31 Mayo - 5 Junio 1982. 17 p.

5. BIBLIOGRAFIA SOBRE TECNOLOGIA APROPIADA PARA ELEVACION DE AGUA RURAL

El listado bibliográfico que se detalla a continuación consiste de 67 referencias bibliográficas ordenadas por los siguientes temas: tecnología apropiada, bombas solares, bombas de mano, bombas hidráulicas, molinos de viento, y energía de combustión.

Se pueden obtener copias al precio de EUA\$0.10/página (incluye porte aéreo) enviando una carta acompañada de un giro bancario a la orden de Pan American Sanitary Bureau PUB/CEPIS, a la siguiente dirección: Publicaciones CEPIS, Casilla de Correo 4337, Lima 100, Perú. Para efectuar el pago del documento en moneda nacional, deberá hacerlo a través de las Oficinas de Representación de la OPS/OMS en el país correspondiente. En el caso de Perú, sírvase ponerse en contacto directamente con el CEPIS.

TECNOLOGIA APROPIADA

1. CANADIAN HUNGER FOUNDATION (Ottawa, CA). Experiencies in appropriate technology. Ottawa, 1980. 150 p.
2. CAROTHERS, R. An assessment of water-pumping technologies using locally available energy resources, Botswana. Proceedings Workshop on Training. Zomba, Malawi, 5-12 Aug., 1980. Ottawa, IDRC, 1981. p. 44-52
3. CARR, M. Economically appropriate technologies for developing countries; an annotated bibliography. London, Intermediate Technology Development Group, 1976. 122 p.
4. CENTRO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIONES PARA EL DESARROLLO (Ottawa, CA). Rural water supply in developing countries. Proceedings Workshop on Training. Zomba, Malawi, 5-22 Aug., 1980. Ottawa, IDRC, 1981. 144 p. ilus.
5. DARROW, K.; KELLERY, K. & PAM, R. Appropriate technology sourcebook. Vol. II. Stanford, Volunteers in Asia, 1981. 816 p. ISBN 0-917704-06-1
6. JEQUIER, N. Tecnología apropiada: problemas y promesas. Parte I. Los problemas de política más importantes. Cap. V. Washington, OPS, 1979, 100 p.
7. MCROBIE, G. Small is possible. New York, Harper & Row, Publishers, 1981. 331 p.
8. MONTGOMERY, J. Technology and civic life: Making and implementing development decisions. Boston, Massachusetts. Institute of Technology, 1974

9. MOYES, A. The poor man's wisdom: Technology and the very poor. Oxford, OXFAM, U.K., 1979. 40 p.
10. OPS/OMS. Estrategias para la extensión y mejoramiento de los servicios de abastecimiento de agua potable y disposición de excretas para el decenio de 1980. Publicación Científica No. 390. Washington, D.C., 1979. 52 p.
11. VOLUNTEERS IN TECHNICAL ASSISTANCE (Mount Rainier, US). Village technology handbook. Mt. Rainier, VITA, 1981. 387 p. ISBN 0-86619-002-3
12. WELLIN, E. Village water systems in selected coastal and highland areas of Peru. Lima, Oct. 1982. 80 p.

#### BOMBAS SOLARES

1. Ideal sunpump system still eludes researchers. World Water: 22-25, Jan. 1982
2. BROCK, T.D. Calculating solar radiation for ecological studies. Ecological Modelling, 14: 1-19, 1981
3. NACIONES UNIDAS. ECONOMIC AND SOCIAL COMMISSION FOR ASIA AND THE PACIFIC (New York, US). TCDC. Renewable sources of energy. Solar energy. Vol. I. Bangkok, ESCAP, 1980. 356 p.
4. SIR WILLIAM HALCROW AND PARTNERS (London, UK). Intermediate Technology Development Group, Ltd. (London, UK). Small-scale solar powered irrigation pumping systems; technical and economic review. London, 1981. 188 p. UNDP Project GLO/78/004 executed by the World Bank.
5. SOULIER, R. Study and applications of photovoltaic power stations. Tours (France), BRIAO S.A. 40 p.
6. UNICEF. Catalog of manufacturers, literature on solar photovoltaic water pumps. UNICEF. N.Y., 1982
7. ELWELL, D. Solar electricity generation in developing countries. Mazingira, 5(3):30-41. UNEP, 1981

#### BOMBAS DE MANO

1. BLAIR RESEARCH LABORATORY. The swing pump. Zimbabwe, Blair Research Laboratory. 2 p.

2. CENTRO INTERNACIONAL DE REFERENCIA PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA Y SANEAMIENTO. (La Haya, NL). Development of maintenance organisations for rural water supply systems - maintenance of village handpumps; project proposal. La Haya, IRC, 1982. 31 p.
3. CENTRO INTERNACIONAL DE REFERENCIA PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA Y SANEAMIENTO. (La Haya, NL). Manual pumping of water for small-scale irrigation. La Haya, IRC, 1982. 32 p. Training Modules Series, 8
4. CA Testing and Research. Final report on the testing of IDRC prototype pumps. Harpenden, U.K., 1979. 40 p.
5. CA Testing and Research. Hand/foot operated water pumps for use in developing countries; final summary report. Harpenden, U.K., 1980. 78 p.
6. CA Testing and Research. Laboratory tests on hand-operated pumps for use in developing countries. Interim Report A9940/2. Harpenden, UK. Febrero, 1982
7. INTERNATIONAL WORKING MEETING ON HANDPUMP TESTING AND EVALUATION. Harpenden, 20 May-1 June 1979; Centro Internacional de Referencia para Abastecimiento Público de Agua (La Haya, NL); OMS (Ginebra, CH). Handpump testing and evaluation to support selection and development of handpumps for rural water supply programmes. Voorburg, IRC, 1979. 54 p. IRC Bulletin Series, 15
8. INTERNATIONAL WORKING MEETING ON HANDPUMP TESTING AND EVALUATION. Harpenden, 20 May-1 June 1979; Centro Internacional de Referencia para Abastecimiento Público de Agua (La Haya, NL); OMS (Ginebra, CH). Report of the International Workshop on Hand Pumps for Water Supply. Voorburg, IRC, 1977. 30 p. IRC Bulletin Series, 8
9. JE LLEMA, I. Mark series well pumps. Proceedings Workshop on Training. Zomba, Malawi, 5-12 Aug., 1980. p. 32-35
10. JOURNEY, W.K.; BIRF (Washington, D.C., US). Hand pumps for rural areas of developing countries. Washington, D.C., International Bank for Reconstruction and Development, 1976. p.v. ilus. Research Working Papers Series, 9
11. KASHORO, Y.N. Shallow wells project, Shinyanga Region. Proceedings Workshop on Training. Zomba, Malawi, 5-12 Aug., 1980. p. 26-29
12. KLASSEN, G. The rower pump. Bangladesh, Mennonite Central Committee, 1979. 10 p.
13. KOEGEL, R.G. Diaphragm pump. Mt. Rainier, VITA, 1979. 15 p. Technical Bulletin, 16

14. MAMMO, A. Shallow wells and hand pumps. Proceedings Workshop on Training. Zomba, Malawi, 5-12 Aug., 1980. Ottawa, IDRC, 1981. p. 18-25
15. MCJUNKIN, F.E. Centro Internacional de Referencia para Abastecimiento Público de Agua (La Haya, NL). Bombas de mano para uso en abastecimientos de agua potable en países en desarrollo. Lima, CEPIS, 1978. 234 p. ilus. CIR Serie de Documentos Técnicos, 10
16. PACEY, A., editor. Hand-pump maintenance: in the context of community well projects. London, ITDG, 1977. 38 p.
17. POTTER, D. Bicycle powered pump. Mt. Rainier, VITA. 10 p. Technical Bulletin, 51027-BK
18. POTTS, P.W. Agency for International Development (Washington, D.C., US). Georgia Institute of Technology (Atlanta, US). First progress report on the utilization/evaluation of an AID hand-operated water pump. Atlanta, Georgia Institute of Technology, 1977. 66 p. ilus.
19. POTTS, P.W. Georgia Institute of Technology (Atlanta, US). AID hand-operated water pump: a classic example of technology transfer. Atlanta, Georgia Institute of Technology, 1981. 55 p. ilus.
20. SHARP, D. & GRAHAM, M., editores. Village handpumping technology: Research and evaluation in Asia. CIID, Ottawa (IDRC-204e) 1982. 72 p.
21. STERNBERG, Y.M.; KNIGHT, R. Agency for International Development (Washington, D.C., US). Final report on the development and testing of the Robovalve; an appropriate technology device. College Park, University of Maryland, 1978. 70 p.
22. TANZANIA. Ministry of Water, Energy and Minerals (Dar es Salaam, TZ). Shallow wells. Amersfoort, DHV Consulting Engineers, 1978. 189 p. ilus.
23. VOLUNTEERS IN TECHNICAL ASSISTANCE (Mt. Rainier, US). Pitcher pump. Mt. Rainier, VITA. 8 p. Technical Bulletin, 15
24. VOLUNTEERS IN TECHNICAL ASSISTANCE (Mt. Rainier, US). Rotary centrifugal pump. Mt. Rainier, VITA. 5 p. Technical Bulletin, 51017-BK
25. VOLUNTEERS IN TECHNICAL ASSISTANCE (Mt. Rainier, US). Waterwheel rope pump. Mt. Rainier, VITA, 1979. 19 p. Technical Bulletin, 19
26. WELLDRILL SYSTEMS AB (Hisings Karra, SE). Petropump: Installation manual. Hisings Karra, Sweden, Welldrill Systems, AB, 1981. 25 p.

#### BOMBAS HIDRAULICAS

1. BERKAS, T.H. The hydram a small-scale water powered pump. Master's dissertation, 1982. 98 p.
2. INVERSIN, A. Hydraulic ram pump for tropical climates. Mt. Rainier, VITA, 1979. 49 p.
3. Harnessing river flow for pumping. World Water: 41-43, Feb. 1981
4. KARP, A. Diseño y cálculos para abastecimiento de agua por medio de arietes hidráulicos. CARE-Guatemala, Julio 1975. 26 p.
5. KINDEL, E.W. Hydraulic ram. Mt. Rainier, VITA. 11 p. Technical Bulletin, 56
6. MOLINA M., H.E. Consideraciones sobre arietes. Tesis, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. Guatemala, Enero 1967. 88 p.
7. PEACE CORPS (Washington, D.C., US). A training manual in conducting a workshop in the design, construction, operation, maintenance and repair of hydrams. Washington, D.C., Peace Corps, 1981. 216 p.
8. REIFF, F. The hydropneumatic pump: a modification of the Cherepnov lifter. Mimeógrafo. HPE/OPS. Washington, D.C., 1982. 9 p.

#### MOLINOS DE VIENTO

1. BALDI, G. Extracción de agua del subsuelo con molinos de viento en el Departamento de Puno. Lima, 1981. 12 p.
2. BARNETT, K.M. The New Mexico wind energy resource. Mexico, New Mexico State University, 1977. 45 p.
3. BLAKE, S. Wind driven water pumps. Economics, technology, current activities. Washington, D.C., The World Bank, 1978. 24 p.
4. BRAGG, G.M. Wind power pumping. Ontario, University of Waterloo. 13 p.
5. CENTRO LAS GAVIOTAS. Un molino de viento tropical: Manual de instalación y manejo del molino de viento MVZE-80. Bogotá, 1981. 46 p.
6. CENTRO LAS GAVIOTAS (Orinoquia, Colombia). Protagonistas de nuestro futuro, antes que espectadores. Bogotá, Centro Las Gaviotas, 1980

7. FALVIN, CH. The worldwide potential of wind energy. Interciencia, 7(1):9-18 Ene-Feb., 1982
8. FRAENKEL, F. Wind Power. From: The power guide - a catalogue of small scale power equipment. p. 43-64. London, ITDC, 1979
9. MCNICHOL, R.F. Development and rehabilitation of water wells. Part I - Windmills: the oldest water plants. Opflow, 7(3):3-5, Mar. 1981
10. MCNICHOL, R.F. Development and rehabilitation of water wells. Part II - Windmills: new designs for old machines. Opflow, 7(4):3-5, Apr. 1981
11. MCNICHOL, R.F. Development and rehabilitation of water wells. Part III - Windmills: today's dreams... tomorrow's realities. Opflow, 7(5):1-3, May 1981
12. NACIONES UNIDAS. ECONOMIC AND SOCIAL COMMISSION FOR ASIA AND THE PACIFIC (New York, US). ECDC-TCDC. Renewable sources of energy. Wind energy. Vol. III. Bangkok, ESCAP, 1981. 263 p.
13. OPONDO, M.N. Water pumping by wind energy in Kenya. Proceedings Workshop on Training. Zomba, Malawi, 5-12 Aug., 1980. Ottawa, IDRC, 1981. p. 38-43
14. OSSIO, E. & PARDON, M. Análisis de la extracción de agua sub-superficial mediante la utilización de molinos de viento artesanales en la comunidad de Miramar, Piura-Perú: Un caso de tecnología intermedia local. NCTL Serie de Tecnologías Locales STL-1, Lima, Enero, 1981. 80 p.
15. ROSSAL, H. Low cost windmill for developing nations. California University of California, VITA, 1970. 37 p.
16. STANLEY, D. The Arusha windmill: a construction manual. California, Volunteers in Asia, 1977, 58 p.
17. Steering Committee for Wind Energy in Developing Countries (SWD). Netherlands. 1980. 4 p.
18. VEN, van de N. Construction manual for a cretan windmill. The Netherlands, Steering Committee for Wind Energy in Developing Countries, 1977. 59 p.
19. WATT, S.B. Approaches to water pumping in West Africa. FAO/DANIDA Seminar on Small Scale Water Resources Development in West Africa. Ouagadougou, Upper Volta, 29 Sep. - 6 Oct. 1975. 5 p.

ENERGIA DE COMBUSTION

1. BOISSEVAIN, M.G. 1-kW river generator. Mt. Rainier, Volunteers in Technical Assistance. 9 p. ISBN 0-86619-079-1. Technical Bulletin, 51001-BK
2. DATTA, R. & DUTT, G.S. Producer gas engines in villages of less-developed countries. Science, 213: 731-736, Aug. 1981
3. INVERSIN, A.R. A Pelton micro-hydro prototype design. Papua, New Guinea, University of Technology, 1980. 41 p. Appropriate Technology Development Institute, Research Series, 1
4. NACIONES UNIDAS. ECONOMIC AND SOCIAL COMMISSION FOR ASIA AND THE PACIFIC (New York, US). ECDC-TCDC. Renewable sources of energy. Biogas. Vol. II. Bangkok, ESCAP, 1981. 263 p.
5. NATIONAL RESEARCH COUNCIL (Washington, D.C., US). Energy for rural development: renewable resources and alternative technologies for developing countries; supplement. Washington, D.C., National Academy Press, 1981. 238 p.
6. NATIONAL RESEARCH COUNCIL (Washington, D.C., US). Food, fuel and fertilizer from organic wastes. Report of an Ad Hoc Panel. Washington, D.C., National Academy Press, 1981. 153 p.
7. PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO (New York, US). New and renewable sources of energy. New York, UNDP, 1981. 52 p. Evaluation Study No. 5